

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

THE ANALYSIS OF INFORMATION RELATIONS IN THE PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS OF MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

N. Cherepanov

Annotation

The article deals with the analysis of information flows in the process of creating products of machine-building enterprise using information models that are developed as a matrix model. The analysis of the information count be done using the semigraphical method.

Keywords: Information of the enterprise; research of streams of the technical information; semigraphical a method, information streams, a control system of data about a product, the design documentation.

Черепанов Никита Владимирович

*К.т.н., вед. инженер
ФГУП "НПО им. С.А. Лавочкина"
Россия, ГО Химки, МО*

Аннотация

В статье рассматривается анализ потоков информации в процессе создания изделий машиностроительного предприятия с помощью информационных моделей, которые разрабатываются как матричные модели. Анализ информационного графа проводится с помощью графоаналитического метода.

Ключевые слова:

Информатизация предприятия; исследование потоков технической информации; графоаналитический метод, информационные потоки, система управления данными об изделии, конструкторская документация.

Понятие информатизации отражает не столько программно-технические средства, сколько сущность и цели этого социально-технического процесса. Наиболее полное определение понятия информатизации, предложено А. П. Ершовым: "Информатизация – это комплекс мер, направленных на обеспечение полного использования достоверного, исчерпывающего и своевременного знания во всех общественно значимых видах человеческой деятельности" (Ершов А.П., 1986).

Информатизация, по А. П. Ершову, есть процесс овладения стратегическим ресурсом, каким является информатизация для целей дальнейшего ускоренного прогресса. Средствами, обеспечивающими внедрение задач информатизации, являются технические вычислительные средства, средства связи и программные комплексы управления данными.

Для реализации такого подхода целесообразно сформировать архитектуру системы информационного управления, содержащую информационно-технологическую, интерактивную и организационную платформы, взаимосвязь между которыми осуществляется с помощью контура информационного обеспечения (Меняев М. Ф., 2011).

Для реализации задач информатизации предприятия выполняется обследование существующей структуры подразделений предприятия и соответствующих процессов. В результате формируется модель фактических процессов "как есть". На основе этой модели, методами реинжиниринга, формируется модель-эталон "как надо" и "как возможно" – структуры подразделений и их процессов. После одобрения модели-эталоном руководством предприятия, разрабатываются мероприятия перехода на работу в соответствии с выбранной моделью.

Для контроля и интеграции всех производственных процессов в условиях информатизации необходимы технологии, объединяющие и автоматизирующие все этапы жизненного цикла продукта.

К числу таких технологий относится PLM (Product Lifecycle Management – управление жизненным циклом продукта). PLM – это набор программных компонентов обеспечения коммуникаций, интеграции модулей автоматизированного проектирования и визуализации, а также других решений, охватывающих полный жизненный цикл продукта. Решения класса PLM призваны объединить все средства, обеспечивающие жизненный цикл производства.

Базы знаний–данных в рамках PLM–технологии позволяют производителю сохранить опыт, накопленный в предыдущих разработках, упростить контроль за актуальностью информации и избежать перепроектирования, составляющего от 30% до 70 % затрат на проведение проектно–конструкторских работ.

В настоящее время PLM– методология представляется комплексом по созданию инженерных данных (средствами CAD/CAE/CAPP/CAM/MPM–систем), так и управления инженерными данными (средствами PDM–системы).

Основными компонентами PLM–системы на предприятии являются:

PDM–система – система управления данными об изделии; *CAD–система* – проектирование изделий; *CAE–система*; *CAPP–система* – разработка техпроцессов; *CAM–система* – разработка управляющих программ для станков с ЧПУ; *MPM–система* – моделирование и анализ производства изделия.

Под PLM–методологией мы понимаем не один супер–продукт, а совокупность программных продуктов.

Ключевую роль в PLM играет PDM–система, задачей которой является предоставление нужных данных в нужное время и в нужной форме в соответствии с правами доступа. Система позволяет создать единое информационное пространство проектантов, конструкторов, технологов и других специалистов предприятия, работающих на взаимно увязанных прикладных программных системах с единым электронным архивом технической документации и с едиными конструкторско–технологическими справочниками нормативной документации.

Программное обеспечение PDM–систем обеспечивает управление этапами создания и прохождения конструкторской и технической документации. Но в настоящее время отображение данных об изделиях на разных этапах имеет различное представление: чертёжная и геометрическая информация, численные данные по различным характеристикам конструкции и эксплуатации, анализ технологичности и сами технологические процессы и т.п.

Между каждыми этапами существует процесс оценки, анализа и преобразования информации для передачи её на следующие этапы.

Указанный процесс можно представить в виде цикла:

<формирование информации в прикладных ПО → переход в специализированный модуль оценки и выбора дальнейших путей передачи (обработки) информации с

данного этапа → контроль и согласование результатов этапа → помещение информации в централизованный архив → дальнейшая детализация информации по изделию на следующем этапе обработки этой информации>.

В основном, все указанные этапы решаются программными средствами САПР и PDM–системы.

Одной из значимых процедур (этапов) при прохождении информации является процесс согласования и контроля информации при переходе с одного этапа создания изделия на другой. При этом для каждого этапа детализации изделия или его составных частей существуют соответствующие виды документов, разрабатываемые на данном этапе.

Этот этап в полной мере не существует в САПР и PDM–системе. Для его реализации необходимо проводить анализ существующих на предприятии технологий с учётом конструктивной специфики разрабатываемых изделий.

Задача оценки и выбора дальнейших путей передачи (обработки) информации с очередного этапа решается на основе специализированных комплексов программно–методических средств, являющихся внешними средствами по отношению к PDM–системе.

Специализированный комплекс не является составной частью системы PDM, в которой обеспечивается только заранее определённое направление передачи информации. Во всех современных PDM–системах процедуры интеллектуального выбора направления и объёма передаваемой информации не существуют.

Указанный модуль должен взаимодействовать на информационном уровне с PDM–системой для передачи ей информации об объёмах и направлениях передаваемой информации на основе процедур выбора.

Выбор направления передачи и состав передаваемой информации определяется в модуле оценки в зависимости от решаемых задач изделием, организационной структуры предприятия, ресурсов подразделений предприятия, возможностей производства и директивных материалов.

В настоящее время успешно используется несколько методов анализа информационного обеспечения и информационных потоков. Они различаются принятыми характеристиками количества информации (символы, записи, графостроки, документы и т. п.), методами и инструментами анализа. Наиболее разработанными можно считать следующие методы.

Метод матричного моделирования процессов разра–

ботки данных, опробованный на машиностроительных предприятиях.

Графоаналитический метод исследования потоков информации, опробованный на металлургических заводах.

Описание потоков информации в виде графика типа дерева.

Метод схем информационных связей плановых расчетов.

Метод исследовательского анализа задач управления, разработанный на выявлении "коротких" потоков.

Эти методы основываются, прежде всего, на оценке общей количественной характеристики информации.

Каждый из этих методов имеет свою область применения: одни удобны для описания информационных связей между подразделениями, другие – между группами задач, отдельными задачами и группами элементарных процедур.

Наиболее полное и детальное отражение и анализ потоков информации можно получить с помощью информационных моделей, которые разрабатываются как матричные модели. При этом используются различные матрицы – материальные процессы и документооборот, документооборот и состав решений и задач на конкретном уровне управления, по определенным группам задач, по разным уровням управления и др.

Наиболее полно анализ информационных потоков может быть проведен при построении и анализе блок-схемы носителей информации в виде информационного графа.

При обосновании информационных потоков необходимо учесть:

- ◆ движение информации в рамках самого информационного обеспечения (от блока – к блоку);
- ◆ взаимосвязь и преемственность информации в технологических процедурах одной функциональной подсистемы и между самостоятельными функциональными подразделениями;
- ◆ иерархическую направленность движения информации;
- ◆ направленность и виды оформления выходной информации.

Процедура подготовки к решению группы задач или отдельной задачи предполагает предварительное определение состава, последовательности и взаимосвязи структурных компонентов потоков информации, обеспечивающих процесс решения. К структурным компонентам потока можно отнести входные и выходные документы (функциональный уровень анализа), массивы исход-

ной, промежуточной и выходной информации (элементный уровень анализа), рассматривая выделенные уровни самостоятельно или интегрируя их в единую схему.

В качестве примера рассмотрим процесс согласования конструкторской документации для изделий сложной комплектации.

Выборочный список подразделений, участвующих в согласовании конструкторской документации (КД) представлен в **табл. 1**.

В свою очередь в каждом подразделении может существовать подобная таблица согласований. Например, согласование технологичности изделий может охватывать не только сотрудников самого подразделения, но и различные цеха, определяющие возможность изготовления отдельных деталей и проведение специальных технологических операций.

Прохождение информации в процессе разработки конструкторской документации и её согласование можно представить в виде информационного графа, вершины которых обозначают подразделение или документ с соответствующими информационными атрибутами об облике изделия, а дуги – информационные связи.

Анализ информационного графа может проводиться с помощью графоаналитического метода (Басакер Р. и др., 1973), основанного на анализе матрицы смежности. Исходными для анализа информационных потоков являются данные о парных отношениях между наборами информационных элементов, формализуемые в виде матрицы смежности. Под информационными элементами понимают различные типы входных, промежуточных и выходных данных.

Под матрицей смежности B понимают квадратную бинарную матрицу, проиндексированную по обеим осям множеством информационных элементов $D = \{d_1, d_2, \dots, d_S\}$, где S – число этих элементов.

В позиции (i, j) матрицы смежности записывают 1, если между информационными элементами d_i и d_j существует отношение RO , такое, что для получения значения информационного элемента d_j необходимо обращение непосредственно к элементу d_i . Наличие такого отношения между d_i и d_j обозначают в виде d_iROd_j , а отсутствие – d_iOd_j , чему соответствует запись 0 в позиции (i, j) матрицы B . Для простоты дальнейших преобразований условно принимают, что каждый информационный элемент недостижим из самого себя:

Матрице B ставится в соответствие граф информационных взаимосвязей $G(D, RO)$. Множеством вершин графа $G(D, RO)$ является множество D информационных

Таблица 1.

Перечень согласований конструкторской документации по отдельным задачам.

№№ п/п	Наименование подразделения, согласующего КД	Кто подписывает	Тема согласования (Направление)
1	Подразделение технологичности	Технолог - контролёр	Контроль технологичности конструкций
2	Стандартизация и нормоконтроль	Нормо-контролер	Контроль КД на соответствие ГОСТам
3	Конструкторский отдел	Начальник отдела	Силовые и крупногабаритные конструкции
4	Конструкторский отдел	Начальник отдела	Общие увязки оборудования
5	Отдел прочности	Начальник отдела	Контроль параметров конструкции на прочность
6	Отдел прочностных и кинематических испытаний	Начальник отдела	Вибро-статические испытания
7	Отдел автоматизации наземных испытаний и стендовых телеизмерений	Начальник отдела	Измерения при испытаниях
8	Отдел материаловедения	Ведущий специалист	Контроль дегазации
9	Сектор материально-технических нормативов	Начальник сектора	Учет и заказ материалов АРМ материального нормирования
10	Отдел главного технолога	Начальник бюро агрегатной сборки	Оснастка по агрегатной сборке
11	Архив подлинников	Начальник сектора ТД	Выдача номеров ЛЗ и ЛИ

элементов, а каждая дуга (d_i, d_j) соответствует условию $d_i R O d_j$, т.е. записи 1 в позиции (i, j) матрицы B . Структура графа $G(D, RO)$ вследствие неупорядоченности сложна для восприятия и анализа. Составленная на основе первичного представления разработчика об информационных элементах и их взаимосвязях, она не гарантирована от возможных неточностей и ошибок. Для формального выделения входных, промежуточных и выходных данных, определения последовательности процедур их обработки, анализа и уточнения взаимосвязей на основе графа $G(D, RO)$ строят матрицу достижимости.

Матрицей достижимости M называют квадратную бинарную матрицу, проиндексированную по обеим осям множеством информационных элементов D , аналогично матрице смежности B . Запись 1 в каждой позиции (i, j) матрицы достижимости M соответствует наличию для упорядоченной пары информационных элементов (d_i, d_j) смыслового отношения достижимости R . Элемент d_j достижим из элемента d_i , т.е. выполняется условие $d_i R d_j$, если на графе $G(D, RO)$ существует направленный путь от вершины d_i к вершине d_j , или если в процессе получения значения элемента d_j используется значение элемента d_i . Если $d_i d_j$, то отношение достижимости между элементами d_i и d_j отсутствует и в позиции (i, j) матрицы M записывают 0.

Записи 1 в j -м столбце матрицы M соответствуют информационным элементам, которые необходимы для получения значения элемента d_i , соответствующего рассматриваемому столбцу, и которые образуют множество элементов предшествования $A(d_i)$ для этого элемента. Записи 1 в i -и строке матрицы M соответствуют всем элементам, достижимым из рассматриваемого элемента d_j и образующим множество достижимости $R(d_j)$ этого элемента. Информационные элементы, строки которых в матрице M не содержат единицу (нулевые строки), являются выходными информационными элементами, а информационные элементы, соответствующие нулевым столбцам матрицы M , являются входными. Это условие может служить проверкой правильности заполнения матриц B и M , если наборы входных и выходных информационных элементов известны. Информационные элементы, не имеющие нулевых строки или столбца, являются промежуточными.

Исходной информацией для описанного выше метода являются перечни входных и выходных элементов с указанием связей между ними. Получение этой информации является сложной слабо формализуемой задачей, основанной на изучении информационных потоков. Общая методика заключается в анализе этих потоков от выходов к входам. Исходя из функций системы и ее цели, оп-

ределяют множество материальных выходов и для каждого из них – набор независимых параметров, полностью характеризующих данный выход по всей совокупности задач управления. Сопоставляя наборы параметров, характеризующих выходы, с перечнем информационных элементов, выделенных из множества исходных данных для решения задач, определяют, содержится ли данный параметр в обоих списках. Положительный результат является подтверждением необходимости включения данного информационного элемента в состав информационного обеспечения, а отсутствие совпадения требует более тщательного анализа.

Дополнительный анализ либо выявит ошибочный пропуск данного элемента в одном из списков, либо станет ясно, что данный параметр нет необходимости включать в состав информационного обеспечения. Накладывая результаты анализа одного параметра на другие и исключая дублирование, получают полный набор выходных информационных элементов. Аналогичным методом получают набор входных информационных элементов. В обоих случаях следует иметь в виду возможность наличия промежуточных информационных элементов.

Анализ информационного графа и его информационной матрицы, являющихся моделью информационных потоков в системе, в условиях изменения предметной области позволяет:

- ◆ уточнить схему информационных связей между выделенными в модели элементами;
- ◆ выявить первичные и выходные данные;
- ◆ определить число разновидностей всех видов информации, их взаимосвязи и степень встречаемости показателей в различных задачах;
- ◆ определить перечень задач, решаемых независимо друг от друга по исходной, промежуточной и выходной информации;
- ◆ определить перечень задач, решаемых с использованием промежуточных и выходных данных, полу-

ченных в результате решения других задач;

- ◆ установить степень использования различных видов информации;
- ◆ установить последовательность подготовки, ввода и использования в системе различных данных для подготовки выходных документов или решения определенных задач;
- ◆ установить последовательность решения задач и их связь и различными данными;
- ◆ определить объем информации, циркулирующей в системе.

Информационная модель, разрабатываемая в соответствии с принципиальной схемой матричной модели, содержит сведения о документах и маршрутах их движения, а также об аппарате, выполняющем функции управления.

Матричная модель позволяет отразить информативность и маршруты движения документов, взаимосвязь между всеми рабочими группами подразделений предприятия, а также, внешней средой.

Учитывая централизованное хранение информации в информационной системе предприятия, нет необходимости увязывать полностью входящие и исходящие документы по всем подразделениям. Достаточно обеспечить и проконтролировать полноту входящей информации в каждую подсистему проектирования (обеспечивающее подразделение) и её наличие в единой базе данных по изделию.

Такой подход при этапности внедрения системы информатизации обеспечит постоянную замкнутость всего цикла независимо от объёма обрабатываемой в данное время электронной и бумажной информации и постоянное уточнение, добавление и изменение составляющих электронной информации во всём объеме решения задач информатизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басакер Р., Саати Т., Конечные графы и сети, перевод с английского, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", Москва, 1973, 368 стр.
2. Ершов А.П. Информатика: предмет и понятие. В кн. Кибернетика. Становление информатики. М.: Наука, 1986. С. 28–31.
3. Меняев М. Ф., Архитектура системы управления информационным ресурсом наукоемкого производства. Электронное научно-техническое издание "Наука и образование", Эл № ФС 77 – 48211. Государственная регистрация №0421200025. ISSN 1994–0408. Дата обновления: 09.09.2011 URL: <http://technomag.edu.ru/doc/360728.htm>