

## СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Котельников А.В.

*ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Пенза, Россия (440026, г. Пенза, ул. Красная, 40), e-mail: kotelnikov88@gmail.com*

В статье освещен вопрос построения информационно-аналитической системы для анализа деятельности научно-исследовательских предприятий. Рассмотрены внутренние и внешние информационные ресурсы, предоставляющие исходную информацию для анализа. Определены различные аспекты аналитической подготовки принятия решения и возможности применения для оперативного и глубокого анализа данных метода теории решеток. Предложен алгоритм представления данных с помощью метода теории решеток. Разработаны критерии анализа производственной и научной деятельности, определена зависимость между ними. Установлено, что для комплексной оценки деятельности предприятия необходимо исследовать продукцию, получаемую при проведении ОКР. Представлены группы факторов, определяющие возможность и целесообразность опытного и мелкосерийного производства. Приводятся примеры анализа научной и производственной деятельности предприятия. По результатам анализа сделаны рекомендации по управлению деятельностью, связанной со сбытом разрабатываемой продукции.

Ключевые слова: научная деятельность, анализ, метод теории решеток, оператор замыкания, диаграмма Хассе.

## CREATING AN INFORMATION ANALYSIS SYSTEM FOR ANALYSIS OF THE RESEARCH ENTERPRISE

Kotelnikov A.V.

*Penza State University, Penza, Russia (440026, Penza, Redstreet, 40), e-mail: kotelnikov88@gmail.com*

The article highlights the issue of the construction of data-processing system for the analysis of the research enterprise. Consider both internal and external information resources, providing background information for the analysis. Identified various aspects of analytical decision-making training and applications for rapid and profound analysis method of lattice theory. The algorithm of data using the lattice theory. The criteria of analysis of production and research activities, defined the relationship between them. Found that the integrated assessment of the company should be investigated products derived during the development work. Represented groups of factors that determine the possibility and advisability of experimental and small-scale production. The examples of analysis of scientific and production activity. According to the analysis made recommendations for the management activities associated with the sale of the developed products.

Keywords: scientific activities, analysis, method of lattice theory, closure operator, Hasse diagram.

### Введение

На предприятиях технологического сектора науки, таких как научно-исследовательские институты, научно-производственные объединения и т.п., основным направлением деятельности является научная деятельность, включающая в себя исследования, разработки, а также систематическое изучение различных областей знаний.

Для анализа деятельности предприятий необходимы средства и инструменты централизованного аккумулирования анализируемой информации, ее обработки и выработки рекомендаций по корректировке работ, выполняемых в рамках научных исследований и разработок.

Источниками информации могут быть как внутренние, так и внешние информационные ресурсы [2].

Внутренние информационные ресурсы – ресурсы, которые складываются из отражения деятельности (функционирования) объекта исследования в документах, распоряжениях руководящих лиц предприятия.

Внешние информационные ресурсы – различного рода сведения из средств массовой информации, законодательные акты, специальная литература.

Информация, получаемая из этих источников, зачастую достигает больших объемов, кроме того, она обладает разным количеством как открытых, так и скрытых взаимосвязей между объектами, явлениями и процессами. Эти обстоятельства приводят к необходимости использования программно-технических средств обработки данных.

Разработка информационно-аналитической системы для анализа деятельности научно-исследовательских предприятий позволит решить проблему обработки больших массивов данных для дальнейшего применения с целью принятия управленческих решений.

#### **Постановка целей и задач разработки**

Основопологающая цель создания системы состоит в повышении эффективности научной и, как следствие, финансово-экономической деятельности предприятия, обоснованности принимаемых решений, способствующих поддержанию качества выпускаемой научно-технической продукции. Одной из первостепенных задач при подготовке и принятии решений является анализ имеющейся в распоряжении информации.

Применение информационно-аналитических систем позволяет подготовить информацию таким образом, чтобы она могла быть правильно использована при выборе оптимального решения. Аналитическая подготовка принятия решения имеет следующие аспекты [2]:

- извлечение из многих источников разнородных данных, представленных в различных форматах, и приведение их к единому формату и единой структуре;
- организация хранения и предоставления пользователям необходимой для принятия решений информации;
- собственно анализ, в том числе оперативный и интеллектуальный, и подготовка плановой или регулярной оценки состояния управляемого объекта в виде бумажных документов или экранных форм;
- подготовка результатов оперативного и интеллектуального анализа для принятия эффективных решений.

Организация хранения информации заключается в создании информационных хранилищ (хранилищ данных). Информация, аккумулируемая в хранилище, поступает в него

в первостепенном виде из различных источников и доступна только для чтения. При организации хранилища должны быть соблюдены четыре принципа построения [8]: проблемно-предметная ориентация; интегрированность, некорректируемость; зависимость от времени.

Анализ информации в системе будет производиться по двум направлениям.

1. Оперативный анализ – извлечение информации, необходимой для быстрого принятия решений, с установлением неглубоких и несложных связей.

2. Глубокий анализ данных – анализ, предназначенный для фундаментального исследования проблемы в конкретной предметной области. Здесь требования по времени более лояльны, но уже для анализа используются более сложные методики, ставятся глобальные задачи. По результатам такого анализа принимают решения стратегического значения.

Для анализа данных может быть использован алгоритм, основанный на методе теории решеток, применимый как для оперативного, так и для интеллектуального анализа.

#### **Применение метода теории решеток в решении поставленной задачи**

Метод комбинаторно-упорядоченного моделирования (КУМ), основанный на теории решеток (метод теории решеток), является универсальным инструментом решения подобных задач. Кроме того, он может быть использован при структурном анализе систем управления, в технологии добычи данных, для классификации объектов при распознавании образов, при анализе и синтезе электронных схем и др. [4-6].

Особенностью метода КУМ является высокая адекватность представления структуры данных в виде решетки, образованной оператором замыкания, в частности, структура исходных данных в виде семейства порождающих множеств может быть адекватно представлена полной решеткой, упорядоченной включением [7]. Как правило, использование метода КУМ позволяет повысить эффективность анализа данных за счет адекватного представления их структуры в виде решетки.

Относительно решения задачи анализа деятельности научно-исследовательских предприятий предлагаемый метод позволит выявить взаимосвязи и взаимозависимости факторов, воздействующих на значения показателей научной и производственной деятельности, и соответствующим образом их оценить и систематизировать.

#### **Разработка критериев анализа**

Деятельность научно-исследовательского предприятия - это, прежде всего, научная и производственная деятельность. Она связана с тремя стадиями, на каждой из которых выполняется определенный перечень работ, представленный на рисунке 1.

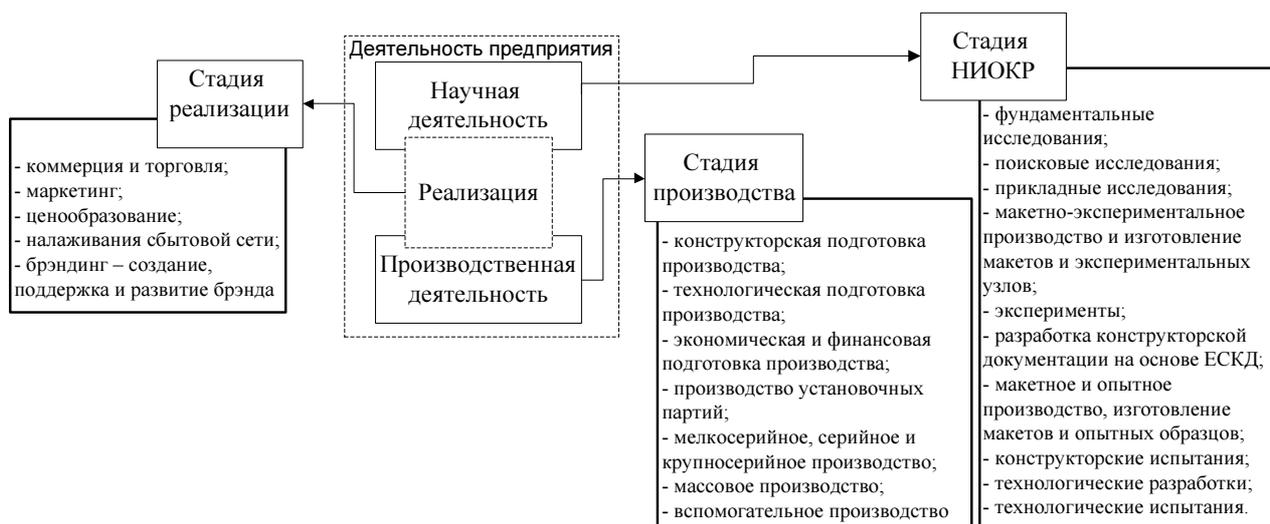


Рисунок 1. Структура деятельности научно-исследовательского предприятия

В рамках работы будет проводиться анализ по научной и производственной деятельности предприятия. В работе [3] была разработана система показателей, используемая для оценки деятельности предприятия на стадии НИОКР, на основе которой строилась решетка  $L_\psi$  с помощью оператора замыкания  $\hat{A} = \bigcap_{R_A \in \{R\}} R_A$ , заданного на порождающем семействе множеств  $\{R\}$ , представляющем исходное семейство показателей качества реализации НИОКР. В ходе анализа решетки были установлены упорядоченные по включению структурные связи замкнутых подмножеств показателей качества НИОКР.

Но для комплексной оценки деятельности предприятия необходимо исследовать продукт, получаемый при проведении ОКР. От качества продукта и от различных групп факторов (экономических, технических и др.) будет зависеть возможность и целесообразность опытного и мелкосерийного производства.

Оценка уровня качества разрабатываемых изделий может быть произведена посредством сравнения основных групп технико-эксплуатационных параметров: назначения, надежности, технологичности, унификации, эргономичности, патентно-правовых и экологических. Выбор номенклатуры показателей зависит от специфики конкретного предприятия, изготавливаемой продукции и, кроме того, производится в соответствии с имеющимися материалами (стандартами, отраслевыми материалами и т.д.).

Например, для различных групп (типов) датчиков - акселерометров могут использоваться показатели функционального назначения: точность, область применения, особенности, цена, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительные характеристики акселерометров

Тип	Точность	Цена	Область применения	Особенности
Пьезопленочные	Низкая	Самая низкая	Вибрация, удары	Только переменные ускорения. Чувствительны к температуре и давлению
Электромеханические (струнные, маятниковые)	Очень высокая	Очень высокая	Инерциальная навигация	Низкие частоты. Чувствительны к перегрузкам
Пьезоэлектрические	Высокая	Высокая	Вибрация, удары	Только переменные ускорения
Пьезорезистивные	Средняя	Высокая	Наклон, вибрация, инерциальные силы	Сложная настройка, низкая термостабильность
Интегральные объемной конструкции	Средняя	Средняя	Наклон, вибрация, инерциальные силы	Низкий шум, сложная настройка
Интегральные поверхностной конструкции	Средняя	Низкая	Наклон, вибрация, инерциальные силы	Малые габариты, завершенность конструкции

### Анализ

Исследования различных показателей акселерометров проведем с использованием метода КУМ. С этой целью построим основную решетку  $L_\psi$  с использованием оператора замыкания  $\hat{A} = \bigcap_{R_A \in \{R\}} R_A$ , заданного на порождающем семействе множеств  $\{R\}$ , которое представляет исходное семейство характеристик акселерометров.

Здесь  $\hat{A}$  - замыкание множества  $\hat{A} = \bigcup_{R_A \in \{R\}} R_A$ ,  $R_A$  - множество семейства  $\{R\}$ , которое содержит  $A$  в качестве подмножества, т.е.  $A \subseteq R_A$ . Все замкнутые подмножества  $A = \hat{A}$  образуют полную решетку  $L_\psi$ , упорядоченную включением.

Для выполнения анализа необходимо сформировать исходное порождающее семейство  $\{R\}$  показателей акселерометров.

На первом этапе исследования акселерометров выполняется формирование исходного порождающего семейства множеств  $\{R\}$  характеристик на основе данных таблицы 1.

По каждому из показателей точности, цены, области применения введем соответствующие обозначения параметров для различных типов акселерометров.

Так, для показателя точности имеем:

1. Пьезопленочные акселерометры: низкая, что условно соответствует 1.
2. Электромеханические (струнные, маятниковые): очень высокая, что соответствует 4.
3. Пьезоэлектрические: высокая – 3.

4. Пьезорезистивные: средняя – 2.
5. Интегральные объемной конструкции: средняя – 2.
6. Интегральные поверхностной конструкции: средняя – 2.

Порождающее семейство множеств  $\{R\}$  показателей акселерометров для наглядности представим в виде таблицы 2.

Таблица 2. Порождающее семейство множеств показателей акселерометров

<b>Тип</b>	<b>Точность (А)</b>	<b>Цена (В)</b>	<b>Спрос на датчики (объем продаж) (С)</b>
Пьезопленочные	Низкая (1)	Самая низкая (0)	Низкий (1)
Электромеханические (струнные, маятниковые)	Очень высокая (4)	Очень высокая (4)	Очень высокий (4)
Пьезоэлектрические	Высокая (3)	Высокая (3)	Средний (2)
Пьезорезистивные	Средняя (2)	Высокая (3)	Средний (2)
Интегральные объемной конструкции	Средняя (2)	Средняя (2)	Высокий (3)
Интегральные поверхностной конструкции	Средняя (2)	Низкая (1)	Средний (2)

Колонка «объем продаж» была сформирована на основе объема заказов и продаж акселерометров различного типа в рамках анализируемого научно-исследовательского предприятия.

В результате получаем следующее порождающее семейство множеств:

$$\{R\} = \{\{1a, 0b, 1c\}, \{4a, 4b, 4c\}, \{3a, 3b, 2c\}, \{2a, 3b, 2c\}, \{2a, 2b, 3c\}, \{2a, 1b, 2c\}\},$$

Для визуализации структуры показателей акселерометров строим диаграмму Хассе решетки  $L_{\Psi}$  (рисунок 2) (для упрощения структурная единица решетки на диаграмме не показана).

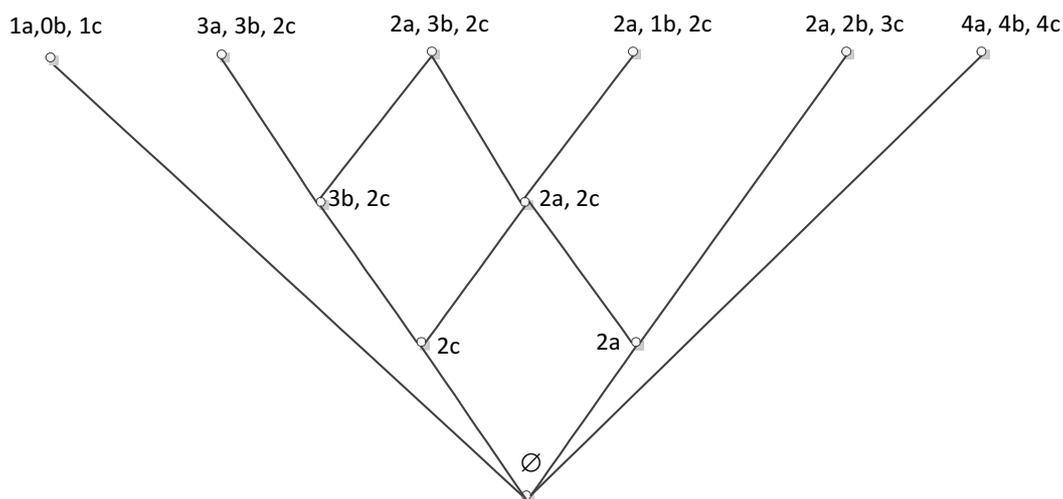


Рисунок 2. Диаграмма Хассе решетки  $L_\psi$  показателей акселерометров

### Интерпретация анализа

Из анализа решетки следует, что объемы продаж пьезопленочных и электромеханических акселерометров зависят от показателей точности.

Пьезопленочные акселерометры имеют низкую точность, поэтому объемы продаж не очень высокие, несмотря на то, что цена является самой низкой в представленном сегменте акселерометров.

Электромеханические акселерометры имеют самую высокую точность и вместе с тем высокий объем продаж, при этом цена на них является самой высокой.

Элементы 2c и 2a являются атомами решетки, т.е. показатели цены и объема продаж являются основными, при этом цена на объем продаж практически не влияет. В целом по всем группам датчиков при средней точности наблюдается средний уровень продаж.

Таким образом, цены на пьезоэлектрические, пьезорезистивные, интегральные акселерометры объемной и поверхностной конструкции могут быть незначительно увеличены, при этом объем продаж не должен уменьшиться.

### Заключение

При комплексной оценке научно-исследовательских предприятий необходимо учитывать показатели, определяющие специфику их деятельности.

В ходе данной работы были проанализированы два основных направления деятельности одного из таких предприятий: направление, связанное с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, и направление, связанное с производством и реализацией продукции. В основу анализа был положен метод теории решеток, определивший способ оценки эффективности деятельности предприятия.

Трудоемкость применения данного метода часто является невысокой и значительно меньше трудоемкости многих других известных алгоритмов.

### Список литературы

1. Айгнер М. Комбинаторная теория. – М. : Мир, 1982. – 558 с.
2. Белов В.С. Информационно-аналитические системы. Основы проектирования и применения : учебно-практическое пособие. – М. : МЭСИ, 2005. – 111 с.
3. Котельников А.В. Лебедев В.Б. Анализ качества выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ // Ползуновский вестник. – Барнаул : Изд-во АлГТУ, 2012. – № 2/1. – С. 49–52.
4. Лебедев В.Б., Минаев В.Е. Построение изоморфных решёток в задаче дискретной классификации // Университетское образование: сборник статей XII Международной научно-методической конференции. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2008. – С. 247–249.
5. Лебедев В.Б. Котельников А.В. Анализ и выбор автоматизированных систем управления проектами // Университетское образование: сборник статей XV Международной научно-методической конференции. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2011. – С. 425–427.
6. Лебедев В.Б. Моделирование структуры данных методами теории решеток // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сборник статей X Международной научно-технической конференции – Пенза : Изд-во ПДЗ, 2010. – С. 41–45.
7. Лебедев В.Б. Анализ ассоциаций данных методом комбинаторно-упорядоченного моделирования // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2005. – № 5 (20). – С. 99–106.
8. Хранилище данных [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.09.2012).

### Рецензенты:

Юрков Н.К., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и производство радиоаппаратуры», ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет», г. Пенза.

Цыпин В.Б., д.т.н., профессор, ведущий научный сотрудник, ОАО «Научно-исследовательский институт физических измерений», г. Пенза.