

## ПРОГРАММНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АНАЛИЗА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ БАЛАНСОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Носов Антон Николаевич<sup>1</sup>, Добрынин Владимир Николаевич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Магистр;

ГОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,  
Институт системного анализа и управления;  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: n.o.s.o.v@yandex.ru.

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, профессор Института системного анализа и управления;

ГОУ ВПО «Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,  
141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;  
e-mail: arbatsolo@yandex.ru.

*Статья посвящена исследованию программно-аналитического обеспечения анализа деятельности предприятия на основе балансовых моделей. Показана актуальность тематики, рассмотрено современное теоретическое состояние предметной области, проанализировано существующее программно-аналитическое обеспечение, проведена систематизация требований к программному обеспечению.*

Ключевые слова: материальный баланс, балансовая модель, программно-аналитическое обеспечение.

## SOFTWARE RESEARCH SUPPORT ANALYSIS OF BUSINESS MODELS ON THE BASIS OF BALANCE

Nosov Anton <sup>1</sup>, Dobrynin Vladimir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Master of engineering and technology;

Dubna International University of Nature, Society and Man,  
Institute of system analysis and management;  
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;  
e-mail: n.o.s.o.v@yandex.ru.

<sup>2</sup>Candidate of Science in Engineering, professor;

Dubna International University of Nature, Society and Man,  
Institute of system analysis and management;  
141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;  
e-mail: arbatsolo@yandex.ru.

*The article deals with software and analytical support for the analysis of the company based on balance models. Shows the relevance of topics, discussed the current state of the theoretical domain, analyzed the existing software and analytical support, held the systematization of software requirements.*

Keywords: material balance, the balance model, analytical software.

Расчет материального баланса производства относится, как известно, к одним из важнейших этапов процесса проектирования. Материальный баланс необходим для всестороннего анализа и оценки показателей технологической схемы, получения данных, требуемых при выборе оборудования и определения количества потребляемых и получающихся в процессе производства продуктов. По сути, материальный баланс является количественным выражением технологической схемы.

Существуют специализированные программные продукты, определяющие необходимые количественные характеристики технологического процесса, в том числе, и материальный баланс. Несмотря на их серьёзные возможности и очевидные несомненные достоинства, использование таких программ не всегда удобно, не говоря уже об их дороговизне [1].

Любая экономическая система, рассматриваемая со стороны происходящих в ней процессов создания и потребления благ, может быть представлена в виде системы балансов. Количество произведённого, изъятого из запасов и поступившего из других источников блага всегда равно количеству этого же блага, израсходованного на потребление, капитальные вложения и другие цели, а также утраченного. Всем экономическим системам присущи балансовые закономерности. Это их свойство является объективным и существенным. Оно имеет непосредственное отношение к проблемам формирования пропорций производства и цен [2]. Одна из задач балансовых исследований заключается в том, чтобы на базе данных об исполнении баланса за предшествующий период определить исходные данные на планируемый период.

Процесс построения и взаимоувязки балансов, в результате которого на основе существующей конъюнктуры рынка и имеющихся хозяйственных связей определяются пропорции производства с соответствующим распределением материальных, финансовых и трудовых ресурсов, предполагает комплексную оптимизацию разрабатываемых балансов структурных подразделений производства для обеспечения высокой эффективности работы предприятия.

Исходя из этого, в ходе оптимизации необходимым представляется получение таких решений, которые обеспечивали бы устойчивую работу предприятия и максимальную степень удовлетворения потребностей рынка в готовой продукции при минимуме прямых и косвенных производственных затрат. Таким образом, оптимальные балансы являются исходным и решающим моментом для непосредственного процесса управления предприятием, создавая и предписывая принятыми решениями те рамки, в которых осуществляются конкретная организация производства и формирование соответствующих материальных потоков, а также финансовых и хозяйственных отношений.

Материальный баланс является экономической таблицей, которая характеризует производство и распределение главных видов продукции в натуральном выражении. Материальный баланс служит одним из основных инструментов при планировании и формировании натурально-вещественных пропорций в государственных планах социального и экономического развития, а также анализа деятельности предприятия.

Целью работы является исследование возможностей применения балансовых моделей для решения задач оценки качества функционирования предприятия. Поэтому задачи исследования следующие:

1. Анализ современного теоретического состояния предметной области.
2. Обзор балансовых моделей, проблем и путей их решения.
3. Исследование тенденций развития, общих закономерностей и взаимодействий в области применения балансовых моделей.

## ***Современное теоретическое состояние предметной области***

Баланс – система показателей, которые характеризуют соотношение или равновесие в каком-либо постоянно изменяющемся явлении.

Материальный баланс – баланс, фиксирующий источники и масштабы поступления и расходования материальных ресурсов и соответствие их объемов.

Балансовая модель – экономико-математическая модель, построенная в виде уравнения или системы уравнений, представляющих балансовые соотношения и характеризующих равенство поступившего (произведенного, закупленного) и распределенного, израсходованного продукта [3].

Элементарный баланс можно схематически представить в виде двух составляющих: производственный узел и материальные потоки.

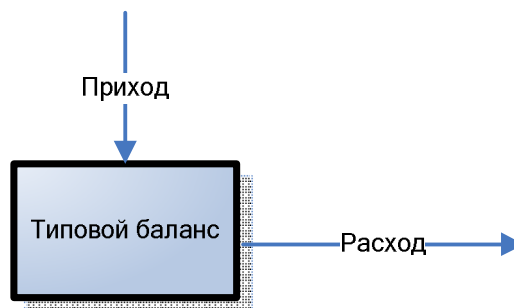


Рис. 1. Схема элементарного баланса

Типовой баланс – это производственный процесс трансформации материальных ресурсов поданных на входе (ПРИХОД) в материальные ресурсы, полученные на выходе (РАСХОД). Каждый баланс имеет индивидуальные характеристики.

Каждый материальный ресурс на выходе и некоторые материальные ресурсы на входе имеют индивидуальную методику расчета и индивидуальные характеристики:

- общие характеристики (например, масса);
- индивидуальные характеристики (например, состав и содержание химических элементов).

Под балансовой моделью понимается система уравнений, каждое из которых выражает требование баланса между произведенным отдельными экономическими объектами количеством продукции и совокупной потребностью в этой продукции. В данном случае рассматривается система экономических объектов, которые выпускают некоторый продукт, часть его потребляется другими объектами системы, а другая часть выводится за пределы системы в качестве ее конечного продукта.

Если вместо понятия конечного продукта ввести более общее понятие ресурс, то под балансовой моделью следует понимать систему уравнений, которые удовлетворяют требованиям соответствия наличия ресурса и его использования.

Кроме требования соответствия каждого продукта и потребности в нем, могут указываться такие примеры балансового соответствия, как соответствие наличия рабочей силы и количества рабочих мест, платежеспособного спроса населения и предложения товаров и услуг и т.д. При этом соответствие понимается либо как равенство, либо (менее жестко) как достаточность ресурсов для покрытия потребности и, следовательно, наличие некоторого резерва.

Важнейшие виды балансовых моделей:

- частные материальные, трудовые и финансовые балансы для народного хозяйства и отдельных отраслей;
- межотраслевые балансы;
- матричные техпромфинпланы предприятий и фирм.

Балансовый метод и создаваемые на его основе балансовые модели служат основным инструментом поддержания пропорций в народном хозяйстве [4]. Балансовые модели на базе отчетных балансов характеризуют сложившиеся пропорции, в них ресурсная часть всегда равна расходной. Однако необходимо отметить, что балансовые модели не содержат какого-либо механизма сравнения отдельных вариантов экономических решений и не предусматривают взаимозаменяемости разных ресурсов, что не позволяет сделать выбор оптимального варианта развития экономической системы.

Основное назначение материального баланса – установление расходных коэффициентов по сырью для определения потребности производства в нем, выявление количества побочных продуктов, отходов и потерь.

Составлению материальных балансов предшествуют материальные расчеты. В связи с этим наиболее удобным является составление материального баланса на одну тонну товарного продукта по этапам.

После составления постадийных материальных балансов составляется сводный материальный баланс. Он дает четкое представление об израсходованных материалах, отходах и потерях. Материальные балансы процессов получения штучных изделий можно составлять на одно или на 1000 изделий.

Распределение продукции в материальном балансе осуществляется в соответствии с научно обоснованными нормами потребности в ней и рассчитываются в зависимости от планируемых объемов производства, прогрессивных норм расхода ресурсов и заданий.

Параллельно с плановыми материальными балансами составляются отчетные материальные балансы, которые отражают фактически сложившиеся соотношения между ресурсами важнейших продуктов и их использованием и распределением.

Технологический материальный баланс — соотношение количеств веществ, введенных и полученных в технологическом процессе. Технологический материальный баланс базируется на законе сохранения массы (в данном случае общая масса поступающих в производство материалов равняется массе выходящих материалов). Баланс составляют в расчёте на единицу сырья или продукции или для одного аппарата или машины в единицу времени. Технологический материальный баланс — составная часть проекта новых производств или анализа работы существующих.

Всякий материальный расчет базируется на законе сохранения массы вещества, который заключается в том, что во всякой замкнутой системе масса вещества остается постоянной, независимо от того, какие изменения претерпевают вещества в этой системе. Применительно к расчету материального баланса какого-либо процесса производства этот закон принимает следующую простую формулировку: масса исходных продуктов процесса должна быть равна массе его конечных продуктов. Следовательно, когда производится материальный расчет процесса, необходимо учитывать массу каждого компонента, поступающего в данный аппарат (приход) и массу каждого компонента, уходящего из аппарата (расход). Сумма приходов компонентов должна быть равна сумме расхода, независимо от состава продукта при поступлении и выходе, т.е. независимо от того, каким изменениям они подверглись в данном аппарате.

Материальный баланс любого технологического процесса или части его составляется на основании закона сохранения веса (массы) вещества:

$$\sum G_{исх} = \sum G_{кон} \quad (1)$$

где  $\sum G_{исх}$  — сумма весов (масс) исходных продуктов процесса;  $\sum G_{кон}$  — сумма весов (масс) конечных продуктов процесса в тех же единицах измерения.

В процессе может содержаться несколько веществ, что приводит к упрощению или усложнению уравнения (1). При составлении полного баланса обычно решают систему уравнений (1) с несколькими неизвестными. При этом могут быть использованы соответствующие формулы для определения равновесного и фактического выхода продукта, скорости процесса и т. д.

Практический материальный баланс учитывает состав исходного сырья и готовой продукции, избыток одного из компонентов сырья, степень превращения, потери сырья и готового продукта и т. п.

Из данных материального баланса можно найти расход сырья и вспомогательных материалов на заданную мощность аппарата, цеха, себестоимость продукта, выходы продукта, объем реакционной зоны, число реакторов, производственные потери. На основе материального баланса составляют тепловой баланс, позволяющий определить потребность в топливе, величину теплообменных поверхностей, расход теплоты. Результаты этих подсчетов обычно сводят в таблицу материального баланса.

## ***Материальный баланс в химии***

В промышленной практике довольно часто происходят вычисления количественных соотношений между компонентами начальных и конечных продуктов производства, в основе которого лежат физические процессы. При этих процессах не образуется новых компонентов, а только происходят изменения состава продуктов, которые подвергаются обработке или хранению при определенных ус-

ловиях. Поэтому важно учитывать, что в приходной и расходной частях участвуют одни и те же компоненты, но только в различных количественных соотношениях.

Расчеты технологических процессов, в результате которых происходит химическое изменение вещества, основаны на стехиометрических законах: законе постоянства состава и законе кратных отношений, которые выражают собой взаимное отношение атомов и молекул при их химическом взаимодействии друг с другом [20]. Согласно закону постоянства состава, любое вещество, какими бы способами его не получали, имеет вполне определенный состав. Закон кратных отношений состоит в том, что при образовании какого-либо простого или сложного вещества элементы в молекулу последнего входят в количествах, равных или кратных их атомному весу. Если же отнести этот закон к объемам, вступающих в реакцию веществ, то он примет следующую формулировку: если вещества вступают в химическую реакцию в газообразном состоянии, то они при одинаковых условиях могут соединяться только в объемах, которые соотносятся между собой как целые числа.

## **Материальный баланс в геологии**

Материальный баланс в геологии – это простейшая форма динамической модели нефтяного или газового месторождения. Это простая концепция, подчиняющаяся закону сохранения масс, согласно которому извлеченный объем равен сумме изменения первоначального и привнесенного объемов (например, в пласте).

Извлеченный =  $\Delta V_{\text{первоначальный}} + V_{\text{привнесенный}}$  некорректно оперировать объемами, так как мы имеем дело со сжимаемой средой, лучше перейти к массам

Любое гидродинамическое моделирование должно поддерживаться проверкой с использованием материального баланса.

### **Ограничения материального баланса**

- одномерная модель коллектора, не учитывающая распространение флюидов в пространстве,
- не учитывается время,
- чувствительность к качеству данных.

### **Применение материального баланса**

- подсчет балансовых запасов нефти и газа,
- расчет размеров газовой шапки,
- диагностика и расчет притока воды,
- расчет параметров (характеристик) притока воды,
- подтверждение механизма добычи (нефтеотдачи),
- расчет зависимости закачки/извлечения нефти.

Материальный баланс газовой залежи отражает закон сохранения массы применительно к газовой (газоконденсатной, газогидратной) залежи. При разработке месторождения в условиях газового режима материальный баланс газовой залежи записывается в следующем виде:

$M_n = M(t) + M_{\text{доб}}(t)$ , где  $M_n$  – начальная масса газа в пласте;  $M(t)$  – оставшаяся в пласте масса газа к моменту времени  $t$ ;  $M_{\text{доб}}$  – масса газа, добытая из залежи к моменту времени  $t$ . Уравнение материального баланса газовой залежи лежит в основе метода определения начальных запасов газа по падению давления в пласте (используются фактические данные разработки месторождения за некоторый период времени), а также используется при определении показателей разработки газовой залежи при газовом режиме. В случае водонапорного режима при составлении материального баланса газовой залежи учитывается  $M_{\text{ост}}(t)$  – масса газа, оставшаяся в обводненной зоне пласта к моменту времени  $t$ , т.е.

$$M_n = M(t) + M_{\text{ост}}(t) + M_{\text{доб}}(t).$$

Уравнение применяется при проведении прогнозных расчётов, а также используется для уточнения коллекторских свойств водонапорного бассейна. В ряде случаев в уравнениях материальным балансом газовой залежи учитывается деформация продуктивного коллектора (изменение коэффициента пористости, а следовательно, и коэффициента газонасыщенности) при снижении пластового давления. В случае газоконденсатных и газогидратных залежей учитывают также изменение газонасыщенного объёма пласта (в газоконденсатных залежах при снижении пластового давления наблюдается выпадение конденсата из газа, вызывающее уменьшение объёма, в газогидратных – снижение давления вызывает разложение гидратов и, следовательно, увеличение газонасыщенного объёма). Для газогидратной залежи материальный баланс газовой залежи записывается с учётом баланса тепла (в связи со снижением температуры, сопровождающим процесс разложения гидратов), в баланс тепла включается также приток тепла от передачи его через кровлю и подошву пласта. Разновидности уравнения материального баланса газовой залежи позволяют проводить газо-гидродинамические расчёты с учётом соответствующих геолого-промысловых факторов (например, с учётом перетоков газа осуществляются расчёты применительно к многопластовым месторождениям).

## ***Техпромфинплан предприятия***

Техпромфинплан – это развернутый план производственно-хозяйственной деятельности завода, который охватывает весь комплекс вопросов развития техники, организации и технологии производства, экономики и финансовой деятельности предприятия [5]. Основная задача техпромфинплана – определение наиболее эффективных путей выполнения заказа.

Разработанный и утвержденный техпромфинплан обеспечивает полное использование ресурсов предприятия, его основных фондов, производственных мощностей и оборотных средств. Эти задачи на достигаются разработкой комплекса мероприятий технического, организационного и экономического характера при широком участии всего коллектива работников предприятия.

Техпромфинплан завода составляется на основе перспективного плана развития предприятия и показателей заказа. Разработка техпромфинплана осуществляется в два этапа. На первом этапе, подготовительном, в результате технико-экономического анализа работы участков, цехов и завода в целом за предшествующий год определяются численные показатели и резервы производства. Второй, окончательный, этап составления техпромфинплана проводится после утверждения для отрасли государственного плана и заданий. На основе этих заданий в проект плана работы завода вносятся изменения и поправки, после чего он утверждается руководителем предприятия. Основные показатели техпромфинплана сообщаются руководителям подразделений завода для обсуждения в трудовых коллективах и безусловном их выполнении [6].

Техпромфинплан разрабатывается по единым утвержденным формам и состоит из десяти взаимосвязанных разделов: основные показатели; план производства и реализации продукции; повышения эффективности производства; плановые технико-экономические нормативы и нормы; план капитального строительства; план материально-технического снабжения; план по труду и заработной плате; план по себестоимости продукции; план по фондам экономического стимулирования; финансовый план предприятия.

В каждый раздел техпромфинплана входят отдельные показатели, раскрывающие его содержание. В соответствии с техпромфинпланом предприятие само устанавливает для цехов, участков, отделов и служб количественные и качественные показатели их работы с наибольшей экономической эффективностью.

План производства и реализации продукции является определяющим разделом техпромфинплана и содержит расчеты объема производства и реализации выпускаемой продукции в натуральном и денежном выражениях, а также расчеты производственной мощности, необходимого оборудования, площадей и уровня их загрузки.

## *Отечественный инструментарий*

**InBalance** – модуль согласования данных и расчёта материального баланса для Wonderware System Platform. Область применения – управление трубопроводами и поточными процессами, диагностирование утечек.

Основная функция InBalance заключается в решении основных задач в статических и динамических системах материального баланса, где необходимо преобразовать исходные данные процесса (как правило, предмет для ошибок измерений и отклонений) в более точные данные, определить неизмеряемые данные для случаев, где это возможно, и выявить ошибки измерений, утечки и производственные потери.

### *Возможности:*

- согласование данных (масса/расход) для управления трубопроводами и
- поточными процессами;
- обнаружение утечек и ошибок измерений;
- настраиваемый модуль, простой в использовании;
- интегрирован в Wonderware System Platform.

### *Характеристики*

Системная модель состоит из узлов, соединенных потоками материалов. Типичные узлы – это техническое оборудование, резервуары, устройства и их компоненты, соединения или разобщения трубопроводов. Потоки представляют собой технологические потоки материалов, характеризующиеся скоростью потока. Для каждого проекта системная модель «узлы/потоки» создается с помощью графического редактора Model Editor (Редактора моделей), реализованного в виде Archestra Symbol, содержащего Net Control для использования в Wonderware InTouch или Application Server, NET Control позволяет рисовать и создавать модели, состоящие из узлов и потоков, а также конфигурировать их параметры.

### *Приложения*

Управление непрерывным поточным производством в системах управления нефте- и газотрубопроводами, трубопроводами для транспортирования жидкостей и химических реагентов, водопроводных трубах и т.д. Модуль согласования данных и расчёта материального баланса позволяет упростить процессы диагностирования дисбалансов, утечек, ошибок измерения и функционирования в неоптимальном режиме в системах управления трубопроводами и поточными процессами. Производственная информация становится более достоверной и согласованной, что способствует совершенствованию методики организации поточного производства и системы учета, повышению эксплуатационной надежности и эффективности производства в целом. Интеграция с системной платформой Wonderware предоставляет широкий выбор источников данных измерений и возможности взаимодействия с другим программными продуктами Wonderware, обеспечивая эффективные системы формирования отчетности и экспорта данных.

**Модуль расчета материальных балансов IFC** – входит в состав вычислительного ядра IFC [19]. Данный модуль базируется на модели материальных потоков. Модуль, помимо непосредственного расчёта материальных балансов, позволяет выявлять невязки и осуществлять согласование материального баланса путём разассигнования полученных невязок, используя набор правил и методы математического аппарата.

Основными функциональными задачами модуля расчёта материальных балансов являются:

- расчёт материального баланса для отдельного участка, цеха или предприятия в целом;
- согласование материального баланса с учётом возникающих расхождений (невязок);
- обнаружение мест потерь;
- определение (расчёт) объёмов незавершённого производства.

Алгоритм сведения и согласования материальных балансов, реализованный в модуле, построен на основе алгоритма Макина и методе наименьших квадратов. Математический аппарат материального баланса позволяет:

- создавать математическую модель движения материальных потоков предприятия;
- осуществлять интерпретацию данных о весе материальных потоков, полученных из различных источников, в соответствии с правилами преобразования;
- осуществлять расчёт объёмов сырья и материалов в накопительных ёмкостях, не оборудованных приборами измерения уровня;
- осуществлять расчёт объёмов незавершённого производства на складах без проведения частых маркшейдерских замеров;
- производить расчёт объёмов неучтённых потерь (пыле-, газо- вынос, влияние влажности и т.п.), а также проводить сравнение объёмов неучтённых потерь с нормируемыми показателями;
- формировать накопительные материальные балансы за различные промежутки времени;
- осуществлять расчёт и сведение материального баланса в целом по предприятию на основании материальных балансов производственных участков.

#### *Отличительные особенности*

Отличительными особенностями модуля материальных балансов является получение исходной информации для расчета материального баланса из различных источников дискретного или непрерывного измерения Источниками.

**ССМБ (Система сведения материального баланса)** – внедрение системы сведения материального баланса позволит решить следующие проблемы на предприятиях [20]:

1. Использование политики «Резервуарного учета» (показания приборов установок используются в том случае если невозможно учитывать массу продукта по резервуарам).
2. Использование в основном объемных измерений.
3. Плохая организация лабораторных измерений (часто для расчета массы используются справочные плотности).
4. Ручной сбор информации.
5. Низкая оперативность сведения баланса (необходимо 6-8 часов после окончания суток).
6. Высокий человеческий фактор умышленные приписки влияющие на показатели работы подразделения ошибки в расчетах.
7. Сведение баланса сводится к списанию разбаланса на не измеряемые потоки (топливо, факел).
8. Сведение месячного баланса последними сутками.
9. Отсутствие расчета фактических потерь.

#### *Схема согласования данных и расчета материальных балансов*

1. Построение модели материальных потоков
2. Анализ схемы материальных потоков и существующей измерительной системы
3. Согласование данных и расчет материальных балансов

#### *Расчет согласованного материального баланса*

Вся информация для расчета согласованного материального баланса подготавливается при автоматизации задачи диспетчеризации, которая обеспечивает сбор и унификацию данных из всех источников информации, существующих на заводе по датчикам, емкостям, анализаторам, транзакциям, приемке, отгрузке. Для расчета согласованного материального баланса должен быть определен период согласования (дата начала и дата конца): минимальный сутки, максимальный месяц.

Для анализа согласованного материального баланса, а так же представления результатов расчетов в системе формируются следующие отчеты:



- Материальный баланс по участку.
- Остатки по емкостям (резервуарам).
- Движение продуктов по емкостям (резервуарам).
- Движение продуктов по установкам.
- Материальный баланс по производству.
- Материальный баланс по заводу.

**PiSystem** – Расчет согласованного материального баланса завода за сутки, месяц.

*Возможности:*

- создание модели материальных потоков;
- планирование оптимальной модернизации приборов учета;
- расчет согласованного баланса за сутки;
- расчет согласованного баланса за месяц;
- определения фактических потерь;
- обеспечения непротиворечивым балансом других автоматизированных систем;
- обнаружение погрешностей измерения коммерческих приборов учета.

### **Зарубежный инструментарий**

**Cyscad Process** – программное обеспечение моделирования для металлургической промышленности. Комбинирует моделирование процессов с возможностью произвести детализированные технические диаграммы и отчеты. Пакет позволяет нарисовать диаграмму потоков или блок-схему и сосчитать баланс масс или энергии. Используется в проектах с более чем 250 частями оборудования и более 300 потоками процессов.

Cyscad Process структурирован так, чтобы разработчик мог легко нарисовать диаграмму потоков, ввести необходимые данные и сравнить результаты с полученными ранее. Это позволяет инженеру, вычисляющему баланс масс, произвести блок-схемы процесса и баланса масс за один шаг. Как только процесс обновлен или изменен, автоматически обновляется блок-схема процесса. Это существенно сохраняет стоимость реализации на несколько часов.

Cyscad Process проектирован так, чтобы сохранить время в:

- определении баланса масс и энергии,
- построении блок-схемы процесса,
- детализации критериев дизайна,
- детализации списка оборудования.

Как только моделирование закончено, автоматически производится отчет. Пользователь может напечатать его или экспортировать непосредственно в Microsoft Excel.

Таким образом, генерируются следующие отчеты:

- блок-схемы процесса, которые детализируют используемое оборудование;
- отчет относительно потоков массы и температуры в процессе;
- отчет относительно значений, используемых в определении массы и потоков энергии, то есть, критериев дизайна процесса;
- отчет относительно продуктов и реактивов;
- отчет относительно использования главного оборудования.

*Преимущества:*

- Удобный, интуитивный интерфейс.
- Ввод данных через браузер свойств и рабочие листы.
- Никакое упорядочение потока или оборудования не требуется.

- Автоматическое вычисление повторных циклов.
- Основанные на оборудовании вычисления и модели.
- Технические качественные выводы.
- Ориентированный на металлургическую промышленность.
- Наличие обучающих программ.

**Weatherford MATBAL** – программное обеспечение для анализа и прогнозирования состояния резервуаров.

Продукт позволяет производить анализ, оценку и предсказание состояний системы углеводородных резервуаров, используя фундаментальные принципы материального баланса, что является эффективной и рентабельной альтернативой более сложным и дорогим методикам моделирования.

Используя методы материального баланса, пользователь может следующее:

- Оценивать объем жидкостей, первоначально находящихся в резервуаре.
- Исследовать эффекты от изменения объема жидкостей.
- Программа помогает пользователю выполнять каждую стадию исследования материального баланса быстро и эффективно. Эти стадии включают:
- Создание соответствующей модели материального баланса;
- Соответствие накопленным историческим данным.
- Генерация прогнозов.

Программное обеспечение MatBal – приложение материального баланса, которое может содержать множественные колодцы, резервуары и водоносные слои в одной модели. Это делает программное обеспечение всесторонней альтернативой более детальным имитационным моделям резервуара. MatBal решает проблемы управления резервуаром в рамках приложения материального баланса. В то же самое время, программа сохраняет простоту и прикладную скорость подхода материального баланса.

**ResBalance** – инструмент анализа материального баланса резервуара. Отличительные особенности программы:

- Построение графиков для помощи в анализе результатов материального баланса.
- Диагностические графики состояния резервуара.
- Простой импорт данных о давлении, объеме, температуре и о водоносном слое.
- Быстрое выполнение и отображение сценариев «что если».

**EPA-CMB8.2** – программное обеспечение химического материального баланса.

*Особенности:*

- *Windows*-ориентированная, событийная модель операций.
- Множественные массивы для настройки источников.
- Улучшенная диагностика коллинеарности.
- Поиск метода наилучшего приближения.
- Модернизированная библиотека линейной алгебры.
- Контекстно-зависимая справка.
- Гибкие форматы ввода-вывода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материальный баланс является экономической таблицей, которая характеризует производство и распределение главнейших видов продукции в натуральном выражении. Материальный баланс слу-

жит одним из основных инструментов при планировании и формировании натурально-вещественных пропорций в государственных планах социального и экономического развития, а также анализа деятельности предприятия.

На основании проведенных исследований можно выявить следующую закономерность: балансовые модели успешно применяются во многих областях экономики, химической, горно-металлургической и нефтегазовой промышленности. Они позволяют анализировать все основные процессы, контролировать издержки и потери.

Существующие программные комплексы являются ориентированными на какую-либо конкретную область, т.е. не существует универсального средства, позволяющего использовать балансовые модели в любой сфере как средство анализа деятельности.

## Список литературы

1. Аникин А.В. Василий Леонтьев, или экономика на шахматной доске. – М., №7, 2000. – С. 57.
2. Светлов Н.М. Свойства материальных балансов в дезагрегированных моделях экономических систем. – М.: Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 1997.
3. Модель МОБ. – [Электронный ресурс]. URL: [www.math omsu. omskreg.ru/info/learn/pprimer/afterword.htm](http://www.math omsu. omskreg.ru/info/learn/pprimer/afterword.htm) (дата обращения: 13.08.2011).
4. Балансовая модель. – [Электронный ресурс]. URL: [http://www.erudition.ru/referat/printref/id.17453\\_1.html](http://www.erudition.ru/referat/printref/id.17453_1.html) (дата обращения: 13.08.2011).
5. Техпромфинплан предприятия. – [Электронный ресурс]. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/139538/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD> (дата обращения: 13.08.2011).
6. Техпромфинплан предприятия, содержание и этапы его разработки. – [Электронный ресурс]. URL: [http://edu.dvgups.ru/METDOC/GDTRAN/NTS/VAGON/ORG\\_P\\_PR/METHOD/UP/UP6.htm](http://edu.dvgups.ru/METDOC/GDTRAN/NTS/VAGON/ORG_P_PR/METHOD/UP/UP6.htm) (дата обращения: 13.08.2011).
7. Болотников Л. Е. Технологическое проектирование производства редких металлов / Л. Е. Болотников. – М.: Metallurgia, 1973. – С. 472.
8. Верёвкин В.И. Идентификация металлургических объектов с изменением заданий // Черная металлургия. – № 3. – 1999.
9. Верёвкин В.И. О формировании рациональных программ управления сталеплави́льным процессом // Черная металлургия. – № 1. – 1998.
10. Бурухин А.Н. Основы получения цветных металлов. – М.: АРБОР, 2003. – С. 136.
11. Ченцов А.В., Чесноков Ю.А., Шаврин С.В. Балансовая логико-статистическая модель доменного процесса. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – С. 163.
12. Курс лекций на тему Моделирование экономики. – [Электронный ресурс]. URL: <http://studentbank.ru/view.php?id=66871> (дата обращения: 13.08.2011).
13. Модель межотраслевого баланса (модель Леонтьева). – [Электронный ресурс]. URL: <http://allmath.ru/appliedmath/micro/labs/micro-labs6.htm> (дата обращения: 13.08.2011).
14. Грошева Л.П. Основы материального баланса: Методическое пособие / Новгородский государственный университет. – Великий Новгород, 2006. – С. 14.
15. Новиков Н.И., Быстров В.А., Веревкин В.И. Прогнозирование инновационно-инвестиционной деятельности металлургического предприятия // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, 2006. – Т.4. – С. 602-616.
16. Сергиенко А. М. Расчет материального баланса плавки стали марки IF: Методическое пособие / Металлургический техникум Запорожской государственной инженерной академии. – Запорожье, 2006. – С. 22.

17. Кайтамазов Н.Г., Бойко И.В., Фомичев В.Б. и др. Производство металлов за полярным кругом: Технологическое пособие. – Норильск, 2006.
18. Модуль расчета материальных балансов. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intma.ru/karta-filialov-intma.html> (дата обращения: 13.08.2011).
19. ССМБ (Система сведения материального баланса). – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.indusoft.ru/solutions.php?id=144> (дата обращения: 13.08.2011).
20. Материальный баланс в фармацевтической технологии. – [Электронный ресурс]. URL: [http://farmast.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=215:administrator&catid=12:administrator&Itemid=11](http://farmast.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=215:administrator&catid=12:administrator&Itemid=11) (дата обращения: 13.08.2011).