

## **СИСТЕМА ИМИТАЦИОННОГО ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

**А.В. Янкевский, К.К. Кушеков**

Кафедра нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела  
Российский университет дружбы народов  
*Ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419*

**Р.Б. Джимиева**

Владикавказский горно-металлургический техникум  
*Пр. К. Хетагурова, 195, Владикавказ, Северная Осетия-Алания, Россия, 362003*

В статье рассматривается система динамического моделирования как информационная основа построения производственных процессов. Концептуально описаны основные управленческие задачи, для которых возможно использование подобных систем моделирования. Рассматривается пример построения системы стратегического планирования для процесса добычи нефти, процесс интеграции и использования программного обеспечения и библиотек сторонних научных организаций.

Динамическое моделирование — это принципиальная новая информационная технология разработанная на базе теории системной динамики сформулированной JAY W. FORRESTER еще в 60-е гг. прошлого века [1—5], но только в самое последнее время принявших форму промышленных программных продуктов решающих стратегически важные для бизнеса задачи.

В основе концепции системной динамики лежит представление о функционировании системы как совокупности потоков денежных средств, энергии и других ресурсов. Системой может выступать любой производственный, государственный, организационный, технологический объект, например крупный холдинг, предприятие, технологическая установка, регион, государство.

Концепция динамического имитационного моделирования позволяет рассчитать будущее интересующей вас системы в зависимости от принимаемых решений (рис. 1).

Моделирование систем и процессов производится на высоком уровне агрегирования, что позволяет решать управленческие задачи без детального описания каждой операции.

Концепция динамического моделирования позволяет:

- рассматривать все практически возможные варианты развития ситуации одновременно, выбирая оптимальный вариант;
- моделировать двунаправленные и циклические связи с учетом временных лагов;

- учитывать вероятностный характера развития событий и риски;
- учитывать в одной схеме потоковое, дискретное и событийные взаимодействие;
- учитывать взаимодействие параметров, имеющих разную физическую сущность (деньги, материально-технические ресурсы, энергия).

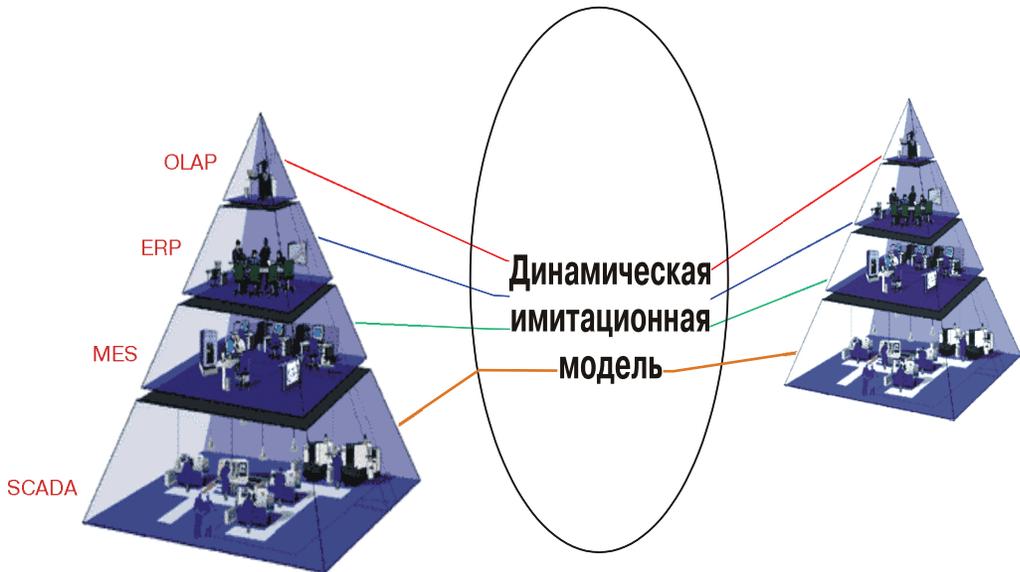


Рис. 1. Общая схема динамической имитационной модели

Перечисленные свойства технологии динамического моделирования позволяют автоматизировать решение многих управленческих задач.

Актуальность бизнес-задач обуславливает следующие факторы:

- стратегическое планирование (интегрированное управление стоимостью компании на основе методологий multiples, EVA, NPV NOPAT, и др., построение дерева стоимости — Value Driver Tree с выделением управляющих воздействий);
- реализация план-факт анализа с применением аппарата математической статистики (оценка систематичности и тенденциозности план-факт отклонений);
- анализ «что... если...», позволяющий оценить чувствительность результатов деятельности компании по отношению к внешним и внутренним факторам;
- прогнозирование и визуализация KPI (построение динамической системы сбалансированных показателей — Dynamic Balance Scorecard);
- решение широкого круга оптимизационных задач (оптимизация портфеля активов, оптимизация технологических режимов и т.д.);
- функционально-стоимостной анализ (калькулирование себестоимости готовой продукции с учетом стоимости всех операций);
- разработка имитационных многопользовательских интерфейсов, позволяющих осуществлять эффективный тренинг менеджеров компании, и принимать коллективные решения (технология WEB-simulation);

— операционное управление (моделирование точки продаж, оценка сбалансированности продуктовой линейки, имитационное моделирование потоковых технологических объектов);

— комплексная оценка рисков — Risk Assessment (оценка влияния операционных, валютных и рыночных рисков с помощью метода Монте-Карло, анализ устойчивости бизнеса к риск-факторам и выявление механизмов, повышающих такую устойчивость).

В ходе участия в проработке ряда коммерческих продуктов и технических заданий на проектирование у авторов сформировались следующие спектры использования систем на базе динамических моделей:

— Система управления стоимостью Компании (**SystemDynamic Value Driver Tree**);

— Система стратегического планирования (**SystemDynamic Strategic Planning**);

— Система оптимизации финансовых и материальных потоков (**SystemDynamic CF&material optimization**);

— Система оптимизации инвестиционного портфеля (**SystemDynamic Portfolio Optimization**);

— Система оптимизации логистических цепочек (**SystemDynamic Supply Chain Optimization**);

— Система моделирования жизненного цикла продукта (**SystemDynamic Life-Cycle Modeling**);

— Система прогнозирования спроса и цен (**SystemDynamic Price&Demand Forecasting**);

— Имитационная модель региона (**SystemDynamic Regional Modeling**);

— Система оптимизации добычи нефти (**SystemDynamic Oil Production Optimization**);

— Система оптимизации технологических режимов оборудования (**SystemDynamic Equipment Optimization**);

— Система оптимизации работы точки продаж (**SystemDynamic Retail-Point Optimization**);

— Портал на базе динамического моделирования (**SystemDynamic WEB Engine**).

**Система стратегического планирования на базе продуктов SAP AG и PowerSim AS.** Отличительной особенностью в области реализации проектов системной динамики является нацеленность на комплексное решение, интегрируемое в систему управления предприятием, рекомендуемым компанией SAP AG.

Данный подход предполагает наличие на нижнем уровне транзакционных систем (например, SAP R/3, АСУ ТП, CAD, MES) которые отвечают за сбор и обработку первичной информации.

Эта информация в дальнейшем попадает в корпоративное информационное хранилище SAP BW, в котором осуществляется ее агрегация для дальнейшего представления в виде OLAP-отчетов.

Следующим шагом является использование данных, имеющихся в хранилище для оперативного планирования. Для этого применяется система SAP SEM-BPS.

Данные из корпоративного хранилища попадают в систему динамического моделирования Powersim, в которой реализованы визуализированные математические модели бизнеса. Эти модели, позволяют прогнозировать значения ключевых показателей эффективности компании (KPI) при различных сценарных условиях, и находить новые, более оптимальные решения (значения целевых KPI). Результаты моделирования сохраняются в корпоративном хранилище и визуализируются средствами SEM-BPS.

Значения этих показателей могут непосредственно учитываться при принятии стратегических решений и влияют на бизнес. При таком походе реализуется обратная связь между результатами деятельности компании регистрируемыми в ERP-системах, и динамической моделью бизнеса. Таким образом, изменения в бизнесе [6], фиксируемые с помощью ERP систем, приводят к адаптации стратегической модели.

Критерием эффективного планирования добычи нефти и газа считается максимальная добыча нефти. Вместе с тем планирование добычи должно быть основано на достижении одновременно экономического и технологического эффекта. Так, совместно со специалистами крупного нефтедобывающего предприятия нами разработан и испытан прототип системы оптимизации добычи, который позволяет формировать оптимальный перечень мероприятий на скважинах с учетом технологического и экономического эффекта, ресурсных ограничений (наличия оборудования и материалов на складах их потребности для выполнения конкретных мероприятий, производственных мощностей сервисных компаний).

Для рационального использования производственных мощностей и оперативного снабжения материально-техническими ресурсами система оптимизации добычи интегрируется в ERP-системы нефтедобывающего предприятия.

В результате внедрения системы эффективного планирования ГТМ повысится экономическая эффективность мероприятий за счет:

- снижения потерь нефти за счет повышения скорости принятия решений в среднем с двух недель до трех дней;

- повышение уровня добычи за счет более эффективного использования ресурсов;

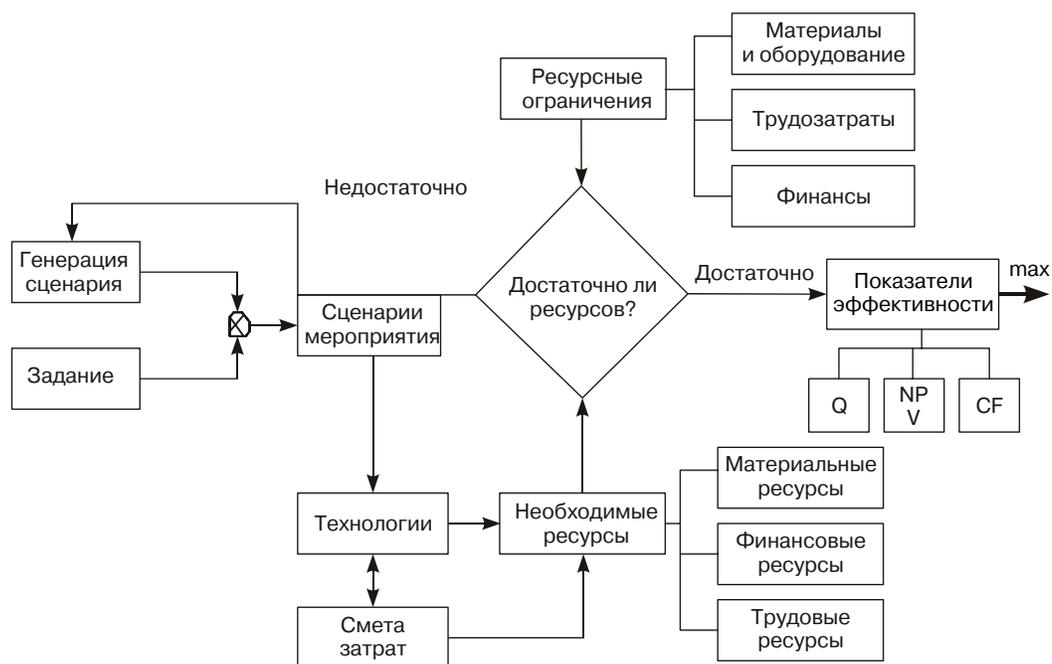
- повышение качества планирования ГТМ за счет план-факт анализа;

- снижения необходимых складских запасов на 10% за счет более точного планирования ГТМ и более гибкой закупочной политики.

Принципиально важной особенностью системы является возможность встраивания ее в систему стратегического управления компанией.

**Оптимизационный модуль.** Решение задач оптимизации в условиях ограничения ресурсов является стандартной управленческой задачей для рыночной экономики. Для решения этого круга задач используются оптимизационный мо-

дуль, подключаемый к динамической модели. При работе модели в режиме оптимизации этот модуль меняет параметры входных значений, и динамическая модель рассчитывает параметры модели выбранные как оптимизационные. Вариант с лучшим значением предлагается системой для фиксации решения. В состав оптимизационного модуля включены математические библиотеки разработанные ведущими мировыми научными центрами (рис. 2).



**Рис. 2.** Принципиальная схема работы оптимизационного модуля, встроенного в систему оптимизации добычи

Выбор в пользу PowerSim Studio 2005 был продиктован его широкими возможностями по интеграции в корпоративную информационную систему.

PowerSim позволяет напрямую работать с файлами Excel и хранилищем данных SAP BW. Посредством Software Development Kit динамические модели могут работать с данными практически в любом промышленном формате. Особенностью наших систем является разделение моделей и данных. Модели содержат только зависимости между данными, а данные содержатся в стандартных форматах. Такой подход позволяет модифицировать единственную модель для анализа однотипных групп данных.

В PowerSim Studio можно разработать собственный интерфейс для представления данных. Кроме того результаты моделирования сохраненные во внешних форматах данных можно проанализировать любыми доступными способами.

PowerSim поддерживает встроенные научные методы анализа данных. Через SDK легко подключаются внешние математические библиотеки что делает PowerSim легко расширяемым в части использования нестандартных алгоритмов (рис. 3). Например, для решения оптимизационных задач используется библиотека [7] генетических алгоритмов разработки Массачусетского технологического Университета (<http://www.mit.edu/>).

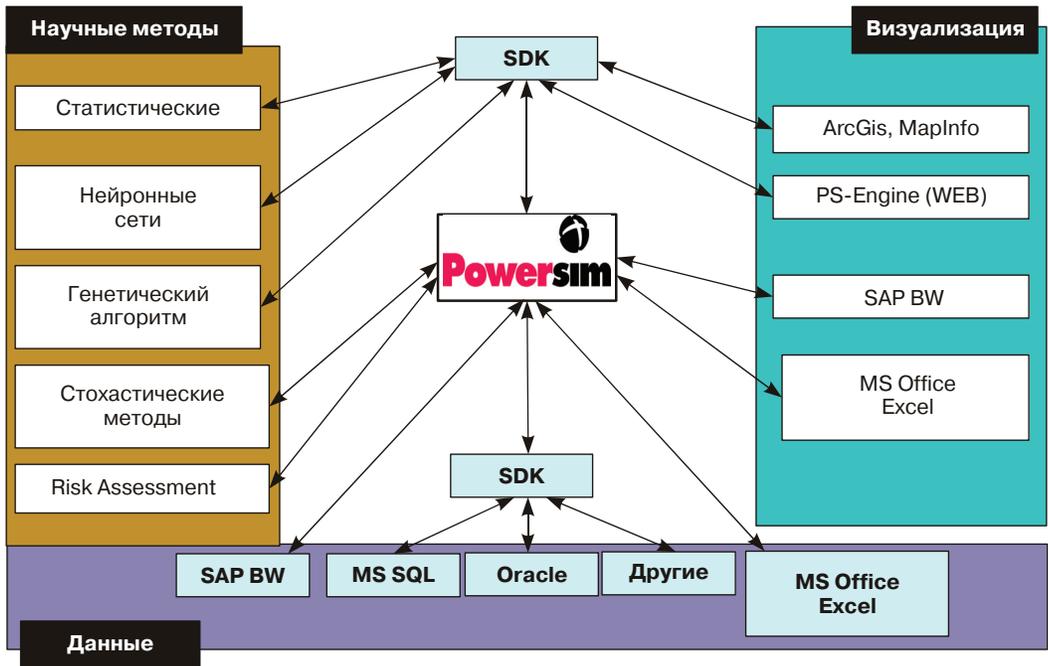


Рис. 3. Схема взаимодействия PowerSim Studio 2005 в информационной среде

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] 1961. Industrial dynamics. Waltham, MA: Pegasus Communications.
- [2] 1968. Principles of Systems, 2nd ed. Pegasus Communications.
- [3] 1969. Urban Dynamics. Pegasus Communications.
- [4] 1973. World Dynamics. Pegasus Communications.
- [5] 1975. Collected Papers of Jay W. Forrester. Pegasus Communications.
- [6] По данным аналитических материалов Группы компаний IBS, 2007 уjl.
- [7] Библиотека генетических алгоритмов разработки Массачусетского технологического Университета (<http://www.mit.edu/>)

## THE SYSTEM OF THE IMITATING OF DYNAMIC MODELING OF THE PRODUCTIONS

**A.V. Yankevskiy, K.K. Kushekov**

The department of Mining and oil business  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419*

**R.B. Dzhimieva**

Vladikavkazskiy mining and metallurgical technical school  
*pr. K. Khetagurova, 195, Vladikavkaz, Republic North Osetia Alaniya, Russia, 362003*

In this article we are observe dynamic modeling system as base of technology processing construction. Have description of manning managements' targets in case of using these dynamic modeling systems. For example, explained the system of strategically planning for pumping oil. Have interface for connection and integration with externally software and scientific library.

**Янкевский А.В.**, аспирант кафедры нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела, автор 10 научных трудов в области экономики природопользования

**Кушеков К.К.**, кандидат технических наук, докторант кафедры горного и нефтяного дела, автор 70 публикаций по подземной разработке угля

**Джимиева Р.Б.**, соискатель ученой степени кандидата экономических наук кафедры нефтепромысловой геологии, горного и нефтегазового дела, заместитель директора Владикавказского горно-металлургического техникума