

# МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

**А.А. Шутков,**

старший преподаватель Нижегородского филиала  
Государственного университета-Высшей школы экономики,  
Адрес: г. Нижний Новгород, ул. Б.Печерская, д. 25/12,  
Нижегородский филиал ГУ-ВШЭ,  
e-mail: ashutov@hse.nnov.ru.

**Д.Н. Трушин,**

ООО «Теком», инженер-исследователь,  
e-mail: trushin@tecomgroup.ru.

*В данной статье рассматривается проблема оценки экономической эффективности внедрения информационных систем на предприятиях, а также риски, связанные с внедрением. Авторами предлагается возможный метод решения, основанный на имитационном моделировании и принятии решения по его результатам. Имитационное моделирование позволяет эффективно строить ситуации с большим количеством параметров и зависимостей.*

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, корпоративные информационные системы, эффективность внедрения, принятие решений.

## Введение

**К**орпоративные информационные системы (КИС) являются неотъемлемой частью современного бизнеса. Существуют различные классы КИС, начиная от систем, обеспечивающих возможность получения некоторой аналитической информации по предприятию, и заканчивая сложными системами управления производством. В каждом классе представлен широкий выбор продуктов от разных производителей. Стоимость подобных систем для средних и крупных предприятий измеряется десятками и сотнями тысяч долларов. Для крупных компаний топливно-

энергетического комплекса или гигантов машиностроения это могут быть и миллионы. В связи с этим у руководителей предприятий возникает естественный вопрос об эффекте, который может принести подобная система.

## Сложности расчёта эффекта от внедрения ИТ-проекта, риски

Расчет эффекта от внедрения любого сложного программного продукта нельзя произвести, используя только стоимость владения и финансовые показатели отдачи продукта, так как преимущества, которые обеспечивает внедрение информаци-

онных систем, не всегда связаны с автоматизацией работ персонала предприятия. В результате автоматизации появляются косвенные преимущества: например, благодаря ускорению обработки заказов, можно увеличить лояльность клиентов к компании, или же компания может предоставлять большее количество услуг своим клиентам, что обеспечит приток новых клиентов.

Для учета прямых и косвенных факторов использоваться «смешанный» («сбалансированный») подход. Основная сложность в данном подходе заключается в том, что для его эффективного применения предприятию необходимо самостоятельно разработать собственную детальную систему показателей и внедрить ее во всех подразделениях по всей цепочке использования продукта.

Кроме учета финансовых показателей и косвенного влияния, необходимо учитывать возможные риски при, и после автоматизации:

- ◆ проектные риски при создании системы,
- ◆ бизнес-риски, связанные с эксплуатацией системы (возникающие, в конечном счете, из-за технических рисков). Например, у пользователя постоянно перебои с доступом к «Личному кабинету» в системе, соответственно пользователь меняет поставщика услуг,
- ◆ бизнес-риски, связанные с изменением бизнес-процессов. При этом потери происходят оттого, что: а) бизнес-процессы надо изменять, а информационная система не готова к этому, и потери связаны с неоптимальным функционированием бизнеса, и б) оттого, что имеется стоимость модификации системы,
- ◆ технические риски, состоящие в простоях, отказах, потере или искажении данных и т.п.цц

В связи со сложностью учета всех параметров, в настоящее время еще не сформирована целостная методология расчета экономической эффективности внедрения ИТ-проектов, и нет программных продуктов, которые обеспечили бы реализацию данной задачи.

Таким образом, целью данной работы является исследование методов оценки эффективности внедрения информационных систем и разработка комплексного подхода для оценки эффективности внедрения.

#### Направления имитационного моделирования

Для решения подобных задач, в настоящее время применяются системы имитационного моделирования, которые позволяют получить результат там, где, в связи с большим количеством исходных дан-

ных, получить его аналитически не возможно.

Можно выделить несколько направлений применения имитационного моделирования на предприятии:

- ◆ моделирование ситуации, когда на предприятии надвигается внедрение сложного программного продукта. Необходимо перед таким мероприятием оценить будущий экономический эффект, изменения касающиеся реструктуризации персонала и его дальнейшего функционирования;

- ◆ моделирование в случае оптимизации планирования и управления ресурсами предприятия. Можно выделить два уровня планирования и управления. Стратегический уровень, здесь идёт речь о долгосрочном планировании на глобальном уровне. Суть оперативного уровня состоит в эффективном оперировании в краткосрочной перспективе уже существующими ресурсами и их оптимизации.

Говоря о сценариях использования имитационных моделей на практике можно выделить следующие:

- ◆ модель полностью встроена в производственный бизнес-процесс и запускается автоматически при выполнении соответствующих операции;
- ◆ модель оформлена в виде утилиты, регулярно запускающейся при принятии оперативных решений;
- ◆ модель создаётся для оценки и сравнения вариантов предполагаемых изменений или выработки оптимальной стратегии;
- ◆ модель создаётся с целью динамической визуализации работы проектируемого объекта;
- ◆ модель оформлена в виде распределённой игры, использующейся для обучения сотрудников.

Важно на начальном этапе проекта или оптимизационного мероприятия выделить необходимость использования имитационного моделирования. Иногда при анализе задачи становится ясно, что решить задачу можно более простыми методами, например с помощью линейного программирования, и в качестве инструментария при анализе и принятии решений часто используются простые математические вычисления, которые предоставляют некоторую статическую оценку. Но стоит отметить, что при таком подходе нет возможности качественно учесть ни динамику развития событий, ни стохастическую составляющую. Решение такой проблемы достигается применением систем поддержки принятия решения на основе имитационного моделирования, которые позволяют учитывать большинство факторов и их взаимосвязей, проанализировать поведение моделируемой системы во времени и оптимизировать её параметры, что качественно сказывается на результатах оценки ре-

шений, значительно повышая их надёжность.

Эффективное управление ресурсами предприятия заключается в эффективном управлении всеми ресурсами и фактически сводится к долгосрочному и краткосрочному планированию и требования могут предъявляться совершенно разные. Единственным методом, который бы позволил найти оптимальное решение, является полный перебор всех возможных вариантов развития событий, но это представляет собой не решаемую задачу. Разработка оптимизирующих имитационных решений позволяет проиграть различные схемы управления, проанализировать различные варианты развития событий, на основе которых можно выбрать наиболее эффективное, близкое к оптимальному решение.

### Пути решения

Для обеспечения реализации заданной цели необходимо разработать Систему, которая должна являться каркасом, для разработки и анализа моделей по оценке эффективности внедрения информационных систем на предприятии.

Система должна состоять из следующих модулей:

1. модуль ввода данных
2. модуль имитационного моделирования и банк моделей
3. модуль принятия бизнес-решения.

Общая схема взаимодействия модулей системы представлена на *рис. 1*

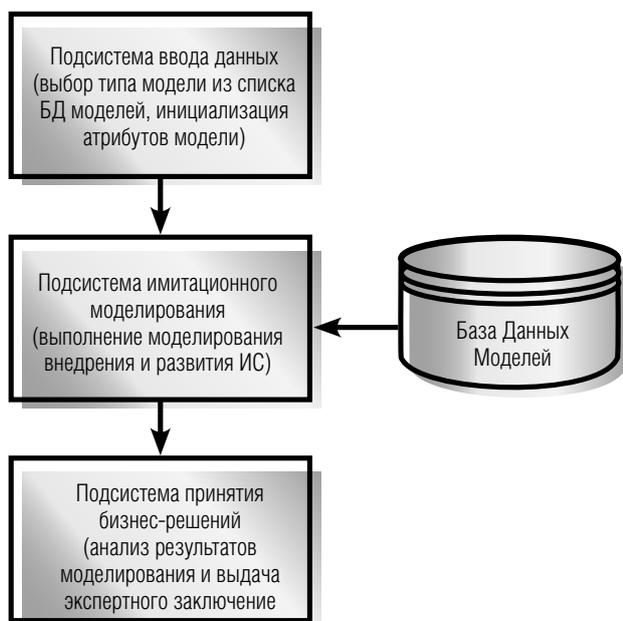


Рис. 1. Схема взаимодействия модулей системы

Рассмотрим более подробно каждый из модулей:

### 1. Модуль ввода данных

Должен обеспечивать возможность ввода общих параметров модели, а так же возможность ввода дополнительных параметров с описанием правил влияния данных параметров на модель.

Так как, в первую очередь эффективность внедрения информационной системы определяется степенью достижения поставленной цели вне зависимости от типа системы, то необходимо четкое определение целей проекта, задач, которые должны быть решены при внедрении системы. Для этого необходимо связать стратегические планы развития бизнеса и процесс развития информационной системы. После решения данной задачи, можно будет более четко определить какие результаты должна получить компания в результате внедрения информационной системы. Процесс выбора целей проекта является не тривиальным, так как большинство информационных систем не имеют непосредственного влияния на производственно-технологические процессы и поэтому, в таких случаях, нельзя ограничиваться общими формулировками: «увеличение капитализации фирмы», «достижение заданной прибыли» и т. д. Поставленные цели не всегда могут быть финансовыми, в некоторых случаях, они могут быть социально-экономическими. Экономическую цель, в некоторых случаях, сложно сформулировать с необходимой степенью определенности.

В зависимости от поставленных целей будут выбираться параметры модели, необходимые для выполнения процесса моделирования. Базовый набор параметров модели будет зависеть от используемой парадигмы моделирования и от исследуемой предметной области.

### 2. Модуль имитационного моделирования

Предполагается в качестве среды имитационного моделирования использовать программный продукт AnyLogic. Самым ответственным этапом в моделировании является правильное описание модели. Необходимо разработать модель для каждого типа информационных систем. Для начала, мы планируем ограничиться одним-двумя типами информационных систем.

При создании моделей могут использоваться различные парадигмы моделирования. Одни задачи легко решаются в рамках системной динамики, другие – с использованием агентного подхода, а третьи – в рамках дискретно-событийного подхода.

Описание поведения сложных систем является основной задачей имитационного моделирова-

ния. Например, в исследовании экономических и социальных систем, обычно используется метод системной динамики, позволяющий при моделировании абстрагироваться от единичных событий. При использовании методов системной динамики, основным средством описания структуры и функционирования моделей является описание причинно-следственных зависимостей параметров и характеристик системы. В противоположность методу системной динамики, агентный подход использует совершенно другой подход к моделированию, который основан на представлении единичных объектов системы со своими параметрами и поведением. При решении некоторых задач, данные подходы являются взаимозаменяемыми, т.е., существуют методики построения агентных моделей на основе системно-динамических и наоборот. Кроме того, иногда используются смешанные подходы к моделированию, которые используют более одной парадигмы.

При создании базы данных моделей выбор парадигмы будет обусловлен поставленными задачами, например, при необходимости учета факторов связанных с индивидуальными объектами предпочтительнее использовать агентный подход, который обычно дает более полные и качественные результаты.

Средство для автоматизации разработки моделей выходит за рамки данной Системы. На этапе подготовки базы знаний моделей, для создания моделей планируется использовать среду имитационного моделирования AnyLogic.

### 3. Модуль принятия бизнес-решения

Представление и анализ результатов моделирования является важнейшей задачей в моделировании. Под анализом понимается выполнение оценки полученных результатов, сравнение полученного состояния организации с исходным и выдача экспертного заключения об эффективности применения данной информационной системы на предприятии. Для решения данной задачи необходимо применение математического аппарата. Т.е. данный модуль будет определять оценку эффективности внедрения информационной системы, на основании результатов имитационного моделирования.

Для того, чтобы количественно оценить эффективность проекта, необходимо определить и проанализировать какие изменения (положительные и отрицательные) произойдут в бизнес-процессах после внедрения информационной системы, кроме того,

необходимо провести сравнение исходных значений и значений полученных на выходе модели.

Для оценки результатов внедрения, могут применяться различные методы для оценки затрат на внедрение системы и на оценку владения системой.

Существуют методики расчёта прямых затрат (Direct costing) на внедрение информационных систем на предприятии, но такой подход не даёт полной картины состояния предприятия на момент исследования.

Чтобы получить представление о полных расходах, используются затратные методы, среди которых можно назвать определение совокупной стоимости владения (ТСО, total cost of ownership), а также связанных с ней истинной стоимости владения (RCO, real cost of ownership) и совокупной стоимости владения приложениями (ТСА, total cost of application ownership). Основным среди перечисленных показателей является ТСО, под которым понимается сумма прямых и косвенных затрат, которые несет владелец системы за период жизненного цикла последней. Существует две основных модели расчета совокупной стоимости владения: концепция, предложенная Gartner Group, и результат совместных усилий Microsoft и Interpose.

Gartner в своей методике акцентирует внимание на том, что помимо первоначальных затрат на собственно внедрение систем необходимы расходы (причем довольно значительные) на то, чтобы система работала. Gartner делит все ИТ-затраты на фиксированные и текущие. К фиксированным следует относить:

- ◆ стоимость внедрения проекта;
- ◆ привлечение внешних консультантов;
- ◆ первоначальные закупки основного программного обеспечения (ПО);
- ◆ первоначальные закупки дополнительного ПО;
- ◆ первоначальные закупки аппаратного обеспечения.

Фиксированными эти затраты называются потому, что делаются, как правило, один раз, на начальных этапах создания ИС. При этом выбор той или иной стратегии, аппаратной и программной платформ весьма существенно влияет на последующие текущие затраты.

Текущие затраты — расходы, обеспечивающие функционирование системы — требуются постоянно, пока система работает. Они состоят из трех основных статей:

- ◆ обновление и модернизация системы;
- ◆ управление системой в целом (администриро-

вание, обучение администрации и конечных пользователей, заработная плата, привлечение внешних ресурсов);

◆ «активность пользователя» (разработка приложений и дополнительные настройки, формальное и неформальное обучение, работа с данными, последствия некомпетентных действий пользователя – futz-фактор).

По некоторым данным, основные факторы, влияющие на ТСО, на 75% обусловлены проблемами конечных пользователей. Причем значительная часть затрат не только не закладывается заранее, но даже нигде не учитывается. Именно на них акцентируется внимание в модели подсчета ТСО, разработанной Microsoft и Interpose. Согласно этой методике, затраты делятся на прямые и косвенные.

Прямые затраты, как правило, предусматриваются в бюджетах центрального IT-департамента, а также рабочих или проектных групп по поддержке и внедрению информационных технологий внутри производственных и административных подразделений. К ним относятся затраты:

- на аппаратное и программное обеспечение (покупка или аренда, новая установка или обновление и т. д.);
- на управление (сетевое и системное администрирование, проектирование);
- на поддержку (служба технической поддержки, обучение, контракты на поддержку и сопровождение);
- на разработку (постановка задачи и разработка приложений, документации, тестирование и сопровождение);
- на телекоммуникации (каналы связи и их обслуживание).

Косвенные затраты – те, которые не поддаются планированию и часто даже не учитываются. Согласно исследованиям Interpose, они составляют свыше 50% средних расходов организаций на информационные технологии. К ним можно отнести:

- пользовательские затраты (персональная поддержка, неформальное обучение, ошибки и просчеты);
- простои (потеря производительности из-за выхода из строя оборудования или профилактические плановые остановки работы).

Как правило, проект внедрения КИС, являющийся в основном результатом благоприятной возможности, всегда сопровождается рисками, поэтому они являются корректирующими факто-

рами на систему показателей. Надо понимать, что реализация риска может принести как отрицательный результат, так и положительный. Исходя из критериев оценки проекта, в первую очередь необходимо идентифицировать все риски, способные в значительной мере повлиять на достижение его цели и успех. Главное — определить, какие риски действительно должны привлекать самое пристальное внимание. Начать работу по идентификации рисков следует с понимания сути проекта внедрения КИС: какова реальная цель проекта; какие результаты должны быть получены после завершения проекта; какие существуют временные, финансовые, ресурсные ограничения.

Выделим четыре существенных риска практически любого проекта, в том числе проекта внедрения КИС:

1. риск низкого качества результатов проекта — выполнение работ с низким уровнем качества и неспособность удовлетворять разумные требования конечных пользователей;
2. риск срыва сроков проекта — невыполнение работ в установленные сроки, зависимость выполнения работ от смежных проектов и мероприятий;
3. риск увеличения затрат — недостаток определенных бюджетом проекта средств, необходимость увеличения бюджета;
4. риск остановки проекта — изменение условий и масштабов проекта.

Далее следует определить факторы риска. Фактор риска — это характеристики (события, свойства, факты) проекта, которые существенно влияют на него и качество его результатов.

Необходимо отметить, что малозначительные риски в совокупности могут образовать критическую массу, представляющую серьезную угрозу проекту. Точно так же и маловероятные риски в случае возникновения могут завести проект в тупик.

После запуска системы в промышленную эксплуатацию, то есть после завершения проекта по внедрению системы выше перечисленные риски перестают действовать — зато начинают проявляться другие, долгосрочные риски, препятствующие дальнейшему развитию системы на предприятии. Главные долгосрочные риски порождаются неадекватной поддержкой внешних и внутренних изменений. При этом внутренние изменения важнее внешних, ибо ничто не может причинить компании большего вреда, чем тот, который она наносит себе сама. Некоторые консультанты отмечают и другой значительный долгосрочный риск, связанный с

человеческим фактором. Дело в том, что в течение внедрения профессиональная ценность проектной команды заказчика заметно возрастает. Если по завершению внедрения системы предприятие не сможет занять членов этой команды в столь же интересном и масштабном проекте, то, скорее всего, эти дефицитные, очень востребованные на рынке труда специалисты будут искать место приложения своих сил за пределами предприятия.

Долгосрочные факторы риска на этапе дальнейшего развития системы после завершения проекта по внедрению, в порядке убывания частоты встречаемости:

- ◆ изменение структуры и бизнес-целей компании;
- ◆ изменения законодательства и отношений с государственными органами;
- ◆ смена собственников компании;
- ◆ трудности с поддержанием функционирования внедрённой системы после ухода консультантов, обусловленные недостаточной квалификацией ответственного персонала на предприятии и неэффективной организацией работы;
- ◆ изменения в отношениях с поставщиками, клиентами, другими коммерческими контрагентами, обуславливающие необходимость значительных изменений во внедрённой системе;
- ◆ утрата локальной гибкости бизнес-процессов — снижение скорости перестройки локальных хозяйственных процессов в тех случаях, когда требования бизнеса меняются в процессе эксплуатации системы;
- ◆ снижение информационной безопасности, то есть увеличение потерь и утечки информации;
- ◆ появление новых технологий, моральное устаревание внедренной системы.

Наиболее серьезные последствия имеют следующие факторы риска:

- ◆ снижение информационной безопасности;
- ◆ изменение структуры и бизнес-целей компании;
- ◆ утрата локальной гибкости бизнес-процессов;
- ◆ смена собственников компании.

Надо отметить, что риск снижения информационной безопасности, наиболее серьезный из всех выше перечисленных, проявляется крайне редко. Однако другой серьезный фактор, порожденный изменением структуры и бизнес-целей предприятий, встречается во внедренческих проектах чаще других.

Серьезный урон развитию системы наносят риски, обусловленные изменениями законодательства и отношений с государственными органами. Что касается факторов, по которым консультанты и заказчики пришли к единому мнению, то лидерство среди долгосрочных рисков — в совокупности по степени серьезности и по трудоемкости преодоления последствий, — как и следовало, ожидать, принадлежит факторам, связанным с реорганизацией предприятий, а также с утратой гибкости бизнес-процессов.

В целом серьезность долгосрочных факторов риска оценивают как среднюю или низкую, а возможности нейтрализации этих рисков, наоборот, превышают средний уровень. Следовательно, долгосрочные риски оказывают лишь второстепенное влияние на жизненный цикл внедрённой системы — если ее внедрение завершилось успешно и основные функциональные компоненты были запущены в промышленную эксплуатацию.

Цель оценки рисков — всесторонний анализ вероятности каждого риска и влияния его последствий на проект и его результаты.

Существует множество моделей и методов для оценки рисков, но, как показывает практика, в большинстве случаев оценку вероятности неблагоприятного события и степени его влияния делают на основе субъективных суждений. Для обеспечения целей проекта внедрения и сопровождения информационных систем достаточно провести элементарную категоризацию или ранжирование рисков по степени вероятности и последствий по степени серьезности (тяжести последствий). Последующее перемножение этих величин позволит определить статус риска, который может быть минимальным, низким, средним, высоким и чрезвычайно высоким. Есть и более сложные методы оценки, которые не рассматриваются в рамках этой статьи.

Как уже говорилось выше, по отдельности эти методы не дают полной картины эффективности внедрения информационной системы, поэтому предполагается разработать обобщенный метод, который будет объединять в себе перечисленные выше методы и возможно другие методы, которые в совокупности позволяют сделать оценку внедрения информационных систем на предприятии.

Для представления информации могут использоваться специальные средства представления в графическом или структурированном виде.

### Выводы

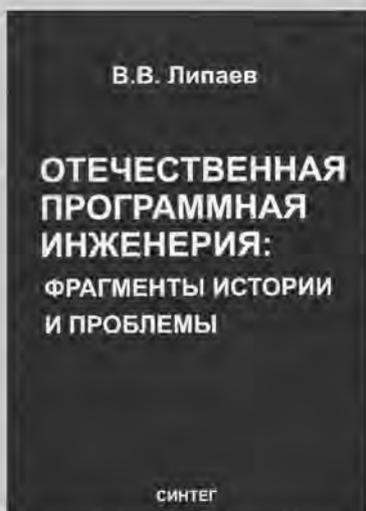
Известно, что внедрение новых информационных технологий, само по себе, не приносит прямых финансовых результатов. В связи с этим деятельность предприятия должна рассматриваться комплексно,

и методы используемые для оценки должны учитывать не только прямые показатели эффективности.

Подобная система должна обеспечить возможность эффективного решения задач по оценке внедрения сложных информационных систем на предприятиях. ■

### Литература

1. Применение Имитационного Моделирования в России – Состояние на 2007г [электронный ресурс]: [www.xjtek.ru/file/120/](http://www.xjtek.ru/file/120/)
2. Мировой опыт оценки стратегических решений и рисков [электронный ресурс]: [www.xjtek.ru/file/122/](http://www.xjtek.ru/file/122/)
3. Оптимизация цепочек поставок: транспортные сети [электронный ресурс]: [www.xjtek.ru/file/125/](http://www.xjtek.ru/file/125/)
4. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400с.: ил.
5. Скрипкин К.Г. Экономическая эффективность информационных систем. - М.: «ДМКпресс», 2002.
6. Decision Tools for Cost Management [электронный ресурс]: [http://www3.gartner.com/4\\_decision\\_tools/measurement/decision\\_tools/tco/tco.html](http://www3.gartner.com/4_decision_tools/measurement/decision_tools/tco/tco.html).
7. Баронов В.В. Калянов Г.Н. Попов Ю.И. Информационные технологии и управление предприятием - М.: «ДМКпресс», 2004. - 328с.:ил.



*Издательство «Синтег» выпустило новую книгу Владимира Васильевича Липаева, профессора кафедры управления программной инженерии ГУ-ВШЭ и главного научного сотрудника Института системного программирования РАН «Отечественная программная инженерия: фрагменты истории и проблемы».*

В монографии проанализированы этапы отечественной истории развития вычислительной техники с акцентом на методы и процессы программирования. Первая глава отражает развитие в стране автоматизации программирования в 50–60-е гг. Представлены процессы, начальные проекты отечественной вычислительной техники, развитие программирования и роль ведущих специалистов, заложивших основы в этой области. Выделены особенности развития специализированных вычислительных машин и программирования для оборонных систем реального времени. Формированию программной инженерии в 70-е гг. посвящена вторая глава. В третьей главе отражено развитие программной инженерии в 80-е гг. Изложена история развития экономики, методов и процессов программной инженерии в 70–80-е гг. Значительное внимание уделено реализации ПРОМЕТЕЙ-технологии программной инженерии для создания крупных комплексов программ реального времени оборонных систем. В четвертой главе подведены итоги развития программной инженерии и формирования ее методологии. Представлены проблемы расширения состава и совершенствования международных стандартов и инструментария программной инженерии, а также проблемы обучения методологией программной инженерии студентов и специалистов.

Книга предназначена для специалистов по вычислительной технике и программной инженерии, студентов и аспирантов, интересующихся историей развития и проблемами отечественной науки и техники в этой области.