



УДК 330

**РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИЙ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПОРТФЕЛЯ
ИТ-ПРОЕКТОВ ПРИ СОХРАНЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЗАДАННОГО УРОВНЯ
РЕНТАБЕЛЬНОСТИ**

**DEVELOPMENT OF THE ECONOMICMATHematical DYNAMIC MODEL
OF INVESTMENT APPRAISAL REQUIRED FOR THE IMPLEMENTATION
OF THE IT PROJECT PORTFOLIO WHILE MAINTAINING BY THE ENTERPRISE
A GIVEN LEVEL OF PROFITABILITY**

**Г.А. Мамаева¹, В.И. Халимон¹, С.А. Лазарев²
G.A. Mamaeva¹, V.I. Halimon¹, S.A. Lazarev²**

¹ Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет),
Россия, 190013, Санкт-Петербург, Московский проспект, 26
¹ St. Petersburg State Technological Institute (technical university),
26 Moskovsky prospect, Saint-Petersburg, 190013, Russia

² Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, Белгород, ул. Победы, 85
² Belgorod State National Research University, 85 Pobeda St, Belgorod, 308015, Russia

e-mail: galina_mamayeva@mail.ru, vihalimon@gmail.com, lsa_2002@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются теоретико-методологические подходы к управлению ИТ-проектами, требующими крупномасштабных инвестиций, обосновано преимущество управления портфелем ИТ-проектов с точки зрения максимальной отдачи от инвестиций в ИТ, рассмотрена экономико-математическая динамическая модель оценки инвестиций, необходимых для реализации портфеля ИТ-проектов, позволяющая определить величину инвестиций на развитие предприятия за счет автоматизации бизнес-процессов, при которой предприятие сохранит заданный уровень рентабельности.

Abstract

The paper deals with theoretical-and-methodological approaches to IT project management that requires large-scale investments, substantiated the advantage of portfolio management of IT projects in terms of maximum return on IT investments. The article proposes an economic-mathematical dynamic model of investment appraisal required for the implementation of the IT project portfolio while maintaining by the enterprise a given level of profitability

Ключевые слова: ИТ-проект, портфель ИТ-проектов, управление инвестициями, модель оценки инвестиций, необходимых для реализации портфеля ИТ-проектов.

Keywords: IT-project, IT-project portfolio, investment management, model of investment appraisal required for the implementation of the IT project portfolio.

Требования повышения финансовой отдачи от бизнеса могут быть реализованы за счет совершенствования и развития информационных технологий (ИТ), что связано с крупномасштабными инвестициями [Алексеева М.Б., Мамаева Г.А., 2012; Бирман Г., Шмидт С., 2003; Блех Ю., Гетце У., 2004; Мамаева Г.А., 2011].

Развитие ИТ осуществляется путем реализации ИТ-проектов.

ИТ-проект – это организационная инициатива, обеспечивающая или продуцирующая ИТ либо связанные с ИТ активы. Каждый ИТ-проект вызывает впоследствии затраты на соответствующую инициативу, предполагает выгоды, являющиеся результатом данной



инициативы, предусматривает расписание работ и контрольные сроки, подвергается рискам, связанным с участием в этой инициативе.

Примерами ИТ-проектов могут быть: внедрение ERP-системы, организация корпоративного хранилища данных, модернизация или внедрение информационной системы или нового программного обеспечения, автоматизация бизнес-процессов, внедрение электронного документооборота, модернизация сетей передачи данных, реорганизация ИТ-подразделения, покупка техники, приобретение или изменение параметров ИТ-услуг и т. п. [Дытыненко П.Н., Чудинов С.М., Ройко Г.А., 2013; Нехотина В.С., 2015].

В настоящее время требования к ИТ возрастают и ужесточается контроль инвестиций, выделяемых на ИТ [Блех Ю., Гетце У., 2004; Константинов И.С., Лазарев С.А., Сергеева Ю.И., 2015].

При этом ИТ-проекты конкурируют с проектами основного производства, реализуемыми предприятием. Кроме того, они начинают конкурировать между собой, обещая свои собственные выгоды и при этом требуя соответствующий объем инвестиций [Путивцева Н.В. и т. д., 2015]. Поэтому отдачу отдельных ИТ-проектов, выбранных априорно, рассматривать недостаточно. Необходимо создать портфель ИТ-проектов, соответствующих стратегии предприятия. Это позволит руководству оптимально расходовать имеющиеся ресурсы для достижения стратегических целей.

Управление ИТ-портфелем отвечает на вопрос "Какие ИТ-проекты являются приоритетными, имеют максимальную ценность для бизнеса?" и относится к этапу стратегического планирования ИТ, а управление ИТ-проектами позволяет правильно управлять этими приоритетными проектами и достигать проектных целей, не нарушая проектных ограничений.

Только за счет эффективного управления портфелем ИТ-проектов возможно добиться максимальной отдачи от инвестиций в ИТ [Мамаева Г.А., 2015а, Мамаева Г.А., 2015б]. Управление портфелем ИТ-проектов дает возможность:

- обеспечить объективный отбор ИТ-проектов;
- установить контроль над всеми ИТ-проектами;
- избежать расхода ресурсов компании на ненужные проекты;
- повысить эффективность использования ресурсов на имеющихся проектах.

Получаемая полезность от реализации портфеля ИТ-проектов превышает полезность от реализации проектов ИТ-портфеля по отдельности, то есть достигается синергетический эффект, который заключается в одновременном достижении наилучших экономических, финансовых и других конечных результатов. Синергетический эффект является следствием совместного использования имеющихся в компании ИТ-ресурсов: серверов, баз данных, сетевого оборудования, ИТ-персонала и т. д.

Рассмотрим экономико-математическую динамическую модель оценки инвестиций, необходимых для реализации портфеля ИТ-проектов, позволяющая определить величину инвестиций на развитие предприятия за счет автоматизации бизнес-процессов, при которой предприятие сохранит заданный уровень рентабельности.

Процесс управления портфелем ИТ-проектов – это циклический процесс управления оптимальным набором проектно-ориентированных инвестиций, дающих максимальную полезность.

Любой ИТ-проект нацелен на достижение результата с помощью выполнения некоторого набора работ или бизнес-операций [Беллман Р., Калаба Р., 1969]. Таким образом, среди работ, выполняемых на предприятии, можно выделить работы, принадлежащие производственным бизнес-процессам, и работы, выполняемые в процессе реализации инвестиционных ИТ-проектов.

Под бизнес-операцией или работой будем понимать совокупность действий, процедур, составляющих содержание одного акта бизнес-деятельности, например: ввод



данных, операции по купле-продаже товаров и услуг (заключение договора, заказ товара/услуги, выставление счетов, оплата операции по контролю и согласованию исправлений в учетных данных и др).

Пусть задано множество товаров, выпускаемых предприятием, I ($i \in I$) и множество (портфель) инвестиционных ИТ-проектов K ($k \in K$), которые осуществляет предприятие одновременно с выполнением производственной программы. Для производства каждого товара i определен бизнес-процесс, в котором последовательность выполнения работ $J_i \subset J$ фиксирована.

Каждая работа характеризуется датой начала и окончания ее выполнения, заданной относительно начала бизнес-процесса, а также издержками и доходом, который может быть получен по окончании ее выполнения.

Для описания технологии выполнения работ по каждому бизнес-процессу введем некоторую функцию $x_{i,j}(t)$, принимающую следующие значения:

- $x_{i,j}(t) = 0$, если в период t при производстве товара i не выполняется работа j ;
- $x_{i,j}(t) = 1$, если в период t при производстве товара i выполняется работа j .

В дальнейшем функцию $x_{i,j}(t)$ будем называть расписанием работ бизнес-процесса товара i , которая позволит учесть распределение издержек $c_{i,j}$ по времени для работы j и товару i .

Тогда бизнес-процессу по производству товара i можно определить:

- дату начала работы j_i как $a_{i,j} = \min\{t \mid x_{i,j}(t) = 1\}$;
- дату окончания работы j_i как $b_{i,j} = \max\{t \mid x_{i,j}(t) = 1\}$.

И в целом для бизнес-процесса по производству товара i :

- дата начала выполнения бизнес-процесса $a_i = \min\{a_{i,j}\}$;
- дата окончания выполнения бизнес-процесса $b_i = \max\{b_{i,j}\}$.

Будем считать, что при заданной технологии выполнения работ по каждому товару каждая последующая работа не может начаться раньше, чем предшествующая. При этом для последовательности работ бизнес-процесса по каждому товару i выполняется соотношение $a_{i,j+1} = b_{i,j}$ для $\forall j_i, (j+1)_i \in J_i$, т. е. работы выполняются без перерывов.

Функция расписания позволяет учесть распределение издержек $c_{i,j}$ по времени для работы j и товару i .

В инвестиционных ИТ-проектах каждая работа, составляющая ИТ-проект, характеризуется только издержками $c_{k,j}$, а доходы начинают поступать только после завершения ИТ-проекта и начала выполнения производственной программы, в которой фигурируют новые или модернизированные за счет автоматизации бизнес-процессы.

Для описания технологии по каждому инвестиционному ИТ-проекту введем функцию выполнения работ, составляющих проект, $x_{k,j}(t)$, принимающую следующие значения:

- $x_{k,j}(t) = 0$, если в период t не выполняется работа j ИТ-проекта k ;
- $x_{k,j}(t) = 1$, если в период t выполняется работа j ИТ-проекта k .

В дальнейшем функцию $x_{k,j}(t)$ будем называть расписанием работ j инвестиционного ИТ-проекта k .

Тогда по инвестиционному ИТ-проекту k можно определить:

- дату начала работы j_k как $a_{k,j} = \min\{t \mid x_{k,j}(t) = 1\}$;
- дату окончания работы j_k как $b_{k,j} = \max\{t \mid x_{k,j}(t) = 1\}$.

И в целом для ИТ-проекта:

- дата начала выполнения ИТ-проекта $a_k = \min\{a_{k,j}\}$;



- дата окончания выполнения ИТ-проекта $b_k = \max \{ b_{k,j} \}$.

На этапе стратегического планирования требуется определить величину инвестиций, необходимую для реализации портфеля инвестиционных ИТ-проектов.

Считаем, что для портфеля инвестиционных ИТ-проектов K ($k \in K$) заданы даты их ввода в эксплуатацию, т.е. даты окончания инвестиционных проектов b_k , а также их продолжительность τ_k . Тогда самая поздняя возможная дата начала инвестиционных проектов равна $a_k = b_k - \tau_k$.

Каждому инвестиционному ИТ-проекту $\forall k \in K$ по товару $\forall i \in I$ может быть задан перечень работ бизнес-процессов, подлежащих автоматизации, которые в случае успешного завершения ИТ-проекта будут заменены на более эффективные. Поскольку предлагаемая модель предполагает переход бизнес-процессов из состояния «как есть» к состоянию «как должно быть», для множества ИТ-проектов $\forall k \in K$ необходимо задание совокупности работ бизнес-процессов $\{J_i\}_k$, предшествующих реализации проектов ИТ-портфеля, и совокупность работ бизнес-процессов $\{J_i\}^k$, идущих на смену по окончании реализации всех ИТ-проектов портфеля.

Кроме того, согласно производственной программе, задан календарный план выпуска каждого товара $\forall i \in I$, т. е. заданы величины $\{a_{i,j}, b_{i,j}\}_{i,j}$ для $\forall J_i \in \{J_i\}_k$. Для задания критерия задачи определим функцию прибыли для каждого периода

$$D_t = \left| \sum_{i \in I} \sum_{j_i \in J_i} (d'_{i,j}(t) - c'_{i,j}(t)) x_{i,j}(t) - \sum_{k \in K} \sum_{j_k \in J_k} c'_{k,j}(t) x_{k,j}(t) \right|,$$

где величины $d'_{i,j}(t)$, $c'_{i,j}(t)$, $c'_{k,j}(t)$ представляют доходы и издержки, приведенные к периоду t в соответствующей модели бизнес-процесса с учетом заданной интенсивности выполнения операций.

Следовательно, задача заключается в определении очередности выполнения инвестиционных ИТ-проектов $\{a_k\}$ для заданного множества ИТ-проектов K при минимизации объема привлекаемых инвестиций, т. е. чтобы функционал, характеризующий разность между доходами и издержками организации при выполнении производственной программы и реализации инвестиционных проектов $F = \sum_{t \in T} D_t \rightarrow \min$ достигал минимума при выполнении ограничения на заданную рентабельность r_0 выполняемых эксплуатационных работ.

Для выполнения ограничения по рентабельности необходимо, чтобы предприятие работало безубыточно в каждом периоде, т.е. для каждого периода $\forall t \in T$ выполнялось условие неотрицательности поступления доходов

$$p_t = \sum_{i \in I} \sum_{j_i \in J_i} (d'_{i,j}(t) - c'_{i,j}(t)) x_{i,j}(t) > 0.$$

При выполнении этого условия ограничение по рентабельности имеет вид:

$$r_t = \frac{p_t}{\sum_{i \in I} \sum_{j_i \in J_i} c'_{i,j}(t) x_{i,j}(t)} \geq r_0.$$

Показатель рентабельности r_0 является параметром, и определение его значения является отдельной задачей, которая решается в комплексе с данной и призвана обеспечить возврат привлекаемых кредитных ресурсов.

Сроки окончания инвестиционных проектов $a_k + \tau_k$ не должны превосходить заданных b_k , т. е. $a_k + \tau_k \leq b_k$ для $\forall J_k$.

Для оценки необходимой величины инвестиций воспользуемся формулой

$$D'_t = \sum_{i \in I} \sum_{j_i \in J_i} (d'_{i,j}(t) - c'_{i,j}(t)) x_{i,j}(t) - \sum_{k \in K} \sum_{j_k \in J_k} c'_{k,j}(t) x_{k,j}(t).$$

Тогда общая потребность в привлечении инвестиций будет равна



$$C = -\sum_{i \in T} \{D'_i | D'_i < 0\}.$$

Обслуживание кредита в зависимости от его величины, сравнительной эффективности внедряемых технологий и длительности сроков окупаемости может осуществляться за счет:

- текущих поступлений из прибыли организации, если рентабельность организации находится на достаточно высоком уровне;
- после ввода в строй новых технологий и роста в связи с этим рентабельности и прибыли.

Эти схемы достаточно широко известны и не представляют большого интереса.

Список литературы

References

1. Алексеева М.Б., Мамаева Г.А., 2012. Анализ влияния информационных технологий на эффективность бизнеса. Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 6: 92-102.
Alekseeva M.B., Mamaeva G.A., 2012. Analysis of information technology impact on the business value. Vestnik INZhJeKONa. Economic. 6: 92-102.
2. Бирман Г., Шмидт С., 2003. Капиталовложения: Экономический анализ инвестиционных проектов. Перевод с английского под ред. Л.П. Белых. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ-ДАНА, 631.
Birman G., Schmidt S., 2003. Kapitalovlozhenija: Jekonomicheskij analiz investicionnyh proektov [Investments: Economic analysis of investment projects] Moscow, Banks and stock exchanges, YUNITI-DANA, 631. (in Russian)
3. Беллман Р., Калаба Р., 1969. Динамическое программирование и современная теория управления. Пер. с англ. М.: Наука, 120.
Bellman R., Kalaba R., 1969. Dinamicheskoe programmirovanie i sovremennaja teorija upravlenija [Dynamic programming and modern control theory]. Moscow, Nauka, 120. (in Russian)
4. Блех Ю., Гетце У., 2004. Инвестиционные расчеты. Ю. Блех, У. Герце: Перевод с немецкого/ Под редакцией к.э.н. А. М. Чуйкина, Л. А. Галютина. Калининград: Янтарный сказ, 437.
Bleh Ju., Getce U., 2004. Investicionnyye raschety [Investment calculations] Kaliningrad: Yantarny Skaz, 437. (in Russian)
5. Дытыненко П.Н., Чудинов С.М., Ройко Г.А., 2013. Информационное обеспечение отбора инновационных проектов. Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. 15(158): 179-185.
Dytynenko P.N., Chudinov S.M., Rojko G.A., 2013. Information support for selection innovative projects. Nauchnye vedomosti BelGU. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. History Political science Economics Information technologies] 15(158): 179-185. (in Russian)
6. Константинов И.С., Лазарев С.А., Сергеева Ю.И., 2015. Описание жизненного цикла проекта создания сложного инновационного изделия на основе компонентно-ориентированного подхода. Научные ведомости БелГУ. Сер. Экономика. Информатика. 19(216): 78-85.
Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Sergejeva J.I., 2015. Description of the project lifecycle for creation the complex innovation products on the basis of the component-oriented approach. Nauchnye vedomosti BelGU. Jekonomika. Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics Information technologies] 19(216): 78-85. (in Russian)
7. Мамаева Г.А., 2011. ИТ-проект как форма управления инвестициями в информационные технологии. Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 5: 97-103.
Mamaeva G.A., 2011. IT-project as a form of information technology investment management. Vestnik INZhJeKONa. Economic. 5: 97-103.
8. Мамаева Г.А., 2015а. Модель календарного планирования реализации проектов инвестиционного ИТ-портфеля. Теоретические и практические аспекты развития современной науки. Материалы XV международной научно-практической конференции. Научно-информационный издательский центр "Институт стратегических исследований": 99-102.
Mamaeva G.A., 2015a. Model of calendar planning for the implementation of projects of the investment IT-portfolio. Theoretical and practical aspects of the development of modern science. Materials of the XV International Scientific and Practical Conference. Scientific and Information Publishing Center "Institute for Strategic Studies": 99-102.



9. Мамаева Г.А., 2015б. Основные принципы повышения эффективности инвестиций в ИТ-проекты. Теоретические и практические аспекты развития современной науки. Материалы XV международной научно-практической конференции. Научно-информационный издательский центр "Институт стратегических исследований": 102-106.

Мамаева G.A., 2015b. Basic principles of increasing the effectiveness of investments in IT-projects. Theoretical and practical aspects of the development of modern science. Materials of the XV International Scientific and Practical Conference. Scientific and Information Publishing Center "Institute for Strategic Studies": 102-106.

10. Нехотина В.С., 2015. Информационная модель исследования эффективности ИТ-проектов. Научные ведомости БелГУ. Сер. Экономика. Информатика. 13(210): 114-121.

Nekhotina V.S., 2015. Information model of research of efficiency of IT projects. Nauchnye vedomosti BelGU. Jekonomika. Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics Information technologies] 13(210): 114-121. (in Russian).

11. Путивцева Н.В., Игрунова С.В., Мигаль Л.В., Тайлакова Д.С., Гурьянова И.В., 2015. Разработка программной поддержки принятия решений для выбора инвестиционных проектов. Научные ведомости БелГУ. Сер. История. Политология. Экономика. Информатика. 1(198): 111-117.

Putivceva N.V., Igrunova S.V., Migal' L.V., Tajlakova D.S., Gur'janova I.V., 2015. Development of software for decision making support for choice of investment projects. Nauchnye vedomosti BelGU. Istorija. Politologija. Jekonomika. Informatika [Belgorod State University Scientific Bulletin. History Political science Economics Information technologies] 1(198): 111-117.