

УДК 65.011.56

doi:10.18720/SPBPU/2/id24-511

*Денисов Артем Руфимович*¹,
профессор, д-р техн. наук, доцент;
*Миридаштаки Вахид*²,
аспирант

ПОСТАНОВКА ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ ПРОЕКТОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ КОМПАНИИ

^{1,2} Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
¹ iptema@yandex.ru, ² vahidmiri7@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается оптимизация портфеля проектов стратегического развития ИТ-инфраструктуры. Он предлагает математическую модель, которая объединяет несколько критериев эффективности в один целевой критерий для эффективного управления проектами. Модель учитывает вероятность успешной реализации, ценность изменений, текущие модификации инфраструктуры и интересы заинтересованных сторон. Такой структурированный подход повышает соответствие стратегическим целям организации, способствуя цифровой трансформации и постоянному совершенствованию. Практическая реализация модели в современных средах программирования предлагает надежные инструменты для оптимизации проектов ИТ-инфраструктуры.

Ключевые слова: цифровая трансформация, проекты развития, архитектура предприятия, цикл непрерывного совершенствования, математические формы, цифровые модели, оптимизация архитектуры предприятия, разработка математических инструментов, эффективное управление проектами.

*Artem R. Denisov*¹,
Professor, Doctor of Technical Science;
*Vahid Miridashtaki*²,
Postgraduate Student

FORMULATION OF THE OPTIMIZATION PROBLEM FOR FORMING A PORTFOLIO OF PROJECTS FOR THE STRATEGIC DEVELOPMENT OF THE COMPANY'S IT INFRASTRUCTURE

^{1,2} Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI", St. Petersburg, Russia,
¹ iptema@yandex.ru, ² vahidmiri7@gmail.com

Abstract. This article addresses optimizing a portfolio of projects for strategic IT infrastructure development. It proposes a mathematical model that combines multiple performance criteria into a single target criterion for effective project management. The model considers the probability of successful implementation, the value of changes, ongoing infrastructure modifications, and stakeholder interests. This structured approach enhances alignment with organizational strategic goals, promoting digital transformation and continuous improvement. The model's practical implementation in modern programming environments offers robust tools for optimizing IT infrastructure projects.

Keywords: digital transformation, development projects, enterprise architecture, continuous improvement cycle, mathematical forms, digital models, optimizing enterprise architecture, develop mathematical tools, effective project management.

Введение

В сегодняшней быстро развивающейся бизнес-среде стратегическое развитие ИТ-инфраструктуры компании является важнейшим компонентом поддержания конкурентного преимущества и обеспечения устойчивого роста. Поскольку организации все больше полагаются на цифровые технологии для повышения операционной эффективности, взаимодействия с клиентами и инноваций, важность эффективного управления проектами ИТ-инфраструктуры невозможно переоценить. Процесс формирования оптимального портфеля таких проектов предполагает принятие сложных решений с учетом множества факторов, таких как затраты, риски, потенциальные выгоды и интересы заинтересованных сторон. В статье рассматривается этот критический аспект, предлагая надежную математическую модель, предназначенную для оптимизации выбора и управления проектами ИТ-инфраструктуры. Эта модель объединяет различные критерии эффективности в единую целевую функцию, способствуя эффективному управлению проектами и согласовывая ее со стратегическими целями цифровой трансформации.

Оптимизация архитектуры предприятия с помощью математических инструментов необходима для эффективного управления проектами развития. Как подчеркивается в существующей литературе, циклы

непрерывного совершенствования, цифровые модели и стратегическое управление проектами являются ключевыми элементами этого процесса. В данной статье предлагается модель оптимизации для выбора и управления проектами развития, охватывающая стоимость, риск и эффективность, принимая во внимание интересы заинтересованных сторон и показатели эффективности для формирования стратегического портфеля проектов. Цель состоит в том, чтобы представить математическую модель оптимизации для управления архитектурой предприятия, предоставляющую инструменты для выбора и реализации проектов развития, которые соответствуют стратегическим целям и максимизируют эффективность.

1. Цифровая трансформация и управление ИТ-инфраструктурой

Цифровая трансформация существенно влияет на то, как компании управляют своей ИТ-инфраструктурой. Он предполагает использование цифровых технологий для создания новых или изменения существующих бизнес-процессов, культуры и качества обслуживания клиентов. Эффективное управление ИТ-проектами гарантирует эффективное внедрение этих технологических изменений, создавая основу для инноваций и конкурентных преимуществ [1].

2. Математические модели в управлении проектами

Использование математических моделей в управлении проектами помогает оптимизировать ресурсы, планирование и измерение производительности. Эти модели могут объединять несколько критериев, включая стоимость, риск и окупаемость инвестиций, чтобы помочь в процессе принятия решений по выбору и расстановке приоритетов проектов [2].

3. Архитектура предприятия и постоянное улучшение

Архитектура предприятия обеспечивает комплексную основу для управления ИТ-активами и их согласования с целями бизнеса. Циклы непрерывного совершенствования гарантируют, что ИТ-инфраструктура развивается в ответ на меняющиеся потребности бизнеса и технологические достижения, повышая общую гибкость и оперативность организации [3].

4. Вовлечение заинтересованных сторон в ИТ-проекты

Успешное управление ИТ-проектами требует участия и поддержки различных заинтересованных сторон. Понимание их интересов и ожиданий имеет решающее значение для успеха проекта и гарантирует, что реализованные изменения принесут пользу всей организации [4].

5. Математическая модель

При управлении стратегическими проектами важно учитывать, что любой проект можно представить как:

$$Pr_i = \{Z_i, R_i, Рез_i\}, \quad (1)$$

где Z_i – затраты на реализацию i проекта; R_i – вероятность успешности реализации i проекта; $Рез_i$ – результативность i проекта.

Результативность i проекта можно представить как:

$$Рез_i = \{Ц_i, Изм_i\}, \quad (2)$$

где $Ц_i$ – ценность полученных изменений, определяемых, например, в соответствии со стандартом P2M; $Изм_i$ – проводимые изменения в инфраструктуре компании (введение новых объектов данных, элементов технической инфраструктуры, информационных сервисов).

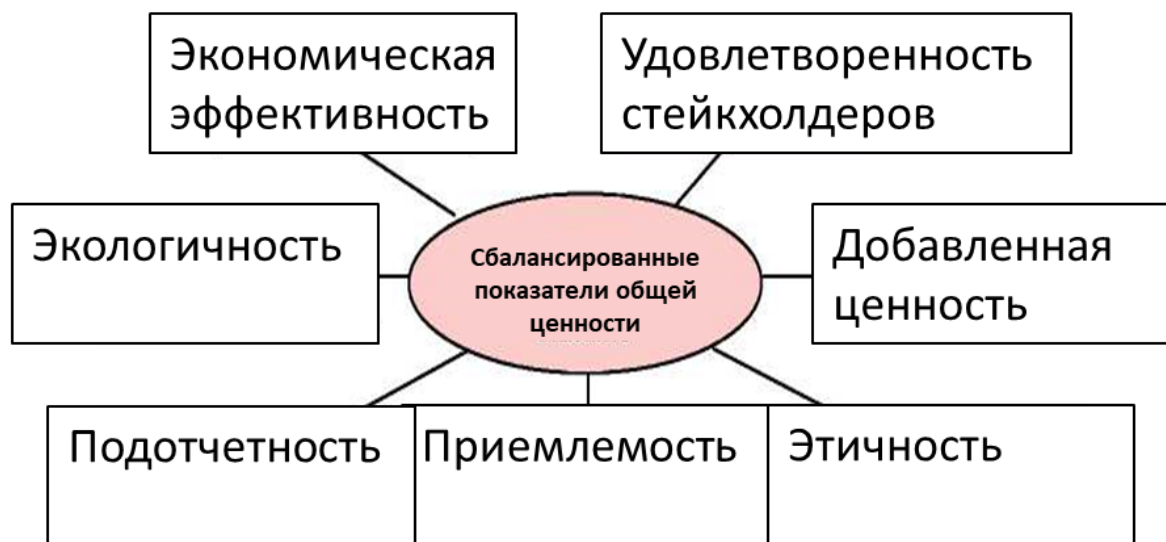


Рис. 1. Definition of Project Management in P2M [5]

В общем виде ценность i проекта можно определить как:

$$Ц_i = \{CX_i, KPI_i, Эфф_i\}, \quad (3)$$

где CX_i – перечень заинтересованных лиц, заинтересованных в реализации i проекта; KPI_i – совокупность инструментальных показателей эффективности, позволяющие оценить успешность i проекта; $Эфф_i$ – эффекты реализации i проекта в многомерном пространстве показателей, используемых в организации, например, ESG.

Для реализации предлагаемой математической модели предположим, что существует некоторая математическая функция, позволяющая объединить совокупность критериев эффективности в единый целевой критерий эффективности:

$$\forall Pr_i \in Pr: ЭффЦ_i = F_{цел}(Эфф_i). \quad (4)$$

Изменения, проводимые в рамках i проекта, можно оценить как:

$$Изм_i = \{\cup Д_j, \cup Ин_j, \cup Срв_j\}. \quad (5)$$

Вне зависимости от типа (данные, инфраструктура или сервис) каждое отдельное изменение можно описать как:

$$\mathbf{ЭИ}_j = \{\mathbf{Сд}_j, \{\mathbf{Д}, \mathbf{Ин}, \mathbf{Срв}\}_j, \mathbf{ЗИ}_j, \mathbf{Стр}_j, \{\mathbf{ПрИ}\}_j, \mathbf{СХИ}_j, \mathbf{КРИ}_j, \mathbf{РИ}_j\}, \quad (6)$$

где $\mathbf{Сд}_j$ – описание содержания проводимого j изменения; $\{\mathbf{Д}, \mathbf{Ин}, \mathbf{Срв}\}_j$ – совокупность внедряемых в рамках j изменения новых объектов данных, инфраструктуры и сервисов; $\mathbf{ЗИ}_j$ – затраты на внедрение j изменения; $\mathbf{Стр}_j$ – ссылки на разделы стратегических документов, обосновывающих необходимость j изменения; $\mathbf{СХИ}_j$ – список лиц, заинтересованных в проведении j изменения; $\mathbf{КРИ}_j$ – совокупность инструментальных показателей эффективности, позволяющие оценить успешность проведения j изменения; $\mathbf{РИ}_j$ – вероятность успешности проведения j изменения; $\{\mathbf{ПрИ}\}_j$ – перечень изменений, которые необходимо выполнить до проведения j изменения.

Таким образом, все проводимые изменения формируют сетевой график, который необходимо трансформировать в матрицу предшествования, где $\mathbf{D}_{ij} = 1$, если изменение j предшествует изменению i в сетевом графике и 0 – в противном случае.

На основе полученных характеристик отдельных изменений можно определить параметры проектов, в рамках которых эти изменения будут реализовываться. Так, затраты на реализацию i проекта можно оценить как сумма затрат на реализацию входящих в него изменений:

$$\mathbf{З}_i = \sum_{\mathbf{ЭИ}_j \in \mathbf{Изм}_i} \mathbf{ЗИ}_j. \quad (7)$$

Лиц, заинтересованных в реализации i проекта, можно определить как объединение всех лиц, заинтересованных в реализации связанных с ним изменений:

$$\mathbf{СХ}_i = \bigcup_{\mathbf{ЭИ}_j \in \mathbf{Изм}_i} \mathbf{СХИ}_j. \quad (8)$$

Инструментальные показатели проекта можно также определить как объединение показателей всех изменений. При этом величина каждого показателя (в случае, когда в изменениях указаны одни и те же показатели с разными пороговыми значениями) определяется как наиболее жесткое из возможных:

$$\mathbf{КРИ}_i = \bigcup_{\mathbf{ЭИ}_j \in \mathbf{Изм}_i} \mathbf{КРИ}_j. \quad (9)$$

$$\forall \mathbf{КРИ} \in \mathbf{КРИ}_i: \mathbf{КРИ}.Value = \max_{\mathbf{ЭИ}_j \in \mathbf{Изм}_i \ \& \ \mathbf{КРИИзм}_j = \mathbf{КРИ}} \mathbf{КРИИзм}_j.Value \quad (10)$$

Вероятность успешности проекта можно оценить либо на основе минимаксного, либо вероятностного подходов:

$$\mathbf{R}_i = \min_{\mathbf{ЭИ}_j \in \mathbf{Изм}_i} \mathbf{РИзм}_j \quad (11)$$

$$\mathbf{R}_i = \prod_{\mathbf{ЭИ}_j \in \mathbf{Изм}_i} \mathbf{РИзм}_j \quad (12)$$

При реализации нескольких проектов важно учитывать, что несколько из них могут содержать одинаковые изменения. Соответственно при формировании плана работ по реализации портфеля проектов, дублирование изменений должно быть исключено.

Также при формировании портфеля проектов важно учитывать взаимозависимость выполняемых изменений. Для количественной оценки взаимозависимостей между проектами необходимо разработать матрицу зависимостей, которая представляет собой квадратную матрицу размером $n \times n$, где n – количество проектов (см. рис. 2).

$$\begin{pmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ d_{n1} & \dots & \dots & d_{nn} \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Матрица зависимостей

Каждый проект представляет один столбец и одну строку, упорядоченные одинаково. Каждый элемент в матрице изменяется от нуля до единицы. Значение d представляет уровень зависимости, который проект $i \in [1, n]$ имеет от проекта $j \in [1, n]$.

Значение зависимости между двумя проектами можно оценить как сумма затрат на проведение изменений в проекте i , предварительно требующих изменений, реализуемых в проекте j , деленная на сумму затрат по i проекту:

$$d_{ij} = \frac{\sum_{\substack{I_l \in \text{Изм}_i \\ \& \text{И}_k \in \text{Изм}_j}} D_{lk} \cdot \text{ЗИзм}_l}{\text{З}_i} \quad (13)$$

Значение, равное нулю, означает, что проекта i полностью независим от проекта j . Значение, равное единице, означает, что проекта i полностью зависит от успеха проекта j .

Значение d , равное единице, также указывает на то, что реализацию данных проектов целесообразно синхронизировать.

Количество и величина значений в матрице дают относительное представление о зависимостях между проектами. Сравнение проектов по строке i дает относительное представление о том, насколько проект зависит от других проектов. Сравнение по столбцу j показывает, насколько сильно проект влияет на результаты других проектов.

Это позволяет определить ограничение для выбора проектов по изменению ИТ-инфраструктуры: *на текущем этапе изменений портфель реализуемых проектов должен представлять собой такой набор изменений, который не предполагает выполнение дополнительных действий, не предусмотренных в выбранных проектах.* Это означает, что при выборе проектов в портфель сумма каждой строки матрицы выбранных проектов d должна быть равна 1.

$$\forall Pr_i \in Pr \& C_i = 1:1 = \sum_{j=1}^n C_j \cdot d_{ij} \quad (14)$$

где C – вектор, определяющий выбор проекта в портфель (1 – выбран / 0 – нет).

Другим ограничением реализации проектов изменений является бюджетное ограничение:

$$\sum_{Pr_i \in Pr} C_i \cdot Z_i \leq B \quad (15)$$

В качестве функции оптимизации предлагается использовать критерий максимизации эффектов от выполнения проектов изменений с учетом вероятности их успешности:

$$\sum_{Pr_i \in Pr} C_i \cdot R_i \cdot \text{ЭффЦ}_i \rightarrow \max \quad (16)$$

Полученные математические представления сводят решение задачи выбора проектов в портфель изменений к задаче нелинейной оптимизации с учетом ограничений по бюджету и очередности планирования. Решение может быть реализовано в любой современной среде программирования, например, на языке Python или R.

Заключение

В данной статье представлена математическая модель оптимизации портфеля проектов стратегического развития ИТ-инфраструктуры компании. Разработанная модель объединяет различные критерии эффективности, такие как вероятность успешной реализации, ценность изменений и интересы заинтересованных сторон, в единый целевой критерий. Это позволяет эффективно управлять проектами, повышая их соответствие стратегическим целям организации.

Предложенная модель демонстрирует, что структурированный подход к управлению ИТ-проектами способствует цифровой трансформации и непрерывному совершенствованию. Практическая реализация модели в современных программных средах, таких как Python или R, обеспечивает надежные инструменты для выбора и оптимизации проектов. Математическое представление задач выбора проектов сводится к задаче нелинейной оптимизации с учетом ограничений по бюджету и очередности планирования, что подтверждает жизнеспособность и применимость предложенной модели в реальных условиях.

Таким образом, предложенная модель и подходы могут значительно улучшить процесс управления проектами развития ИТ-инфраструктуры, способствуя достижению устойчивого роста и конкурентного преимущества компании.

Список литературы

1. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. Embracing digital technology: a new strategic imperative // MIT Sloan Management Review. – Cambridge, 2014. – Vol. 55, Iss. 2 (Winter 2014). – Pp. 1–12.
2. Kerzner H. Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. – Wiley. 2017.
3. Ross J. W., Weill P., Robertson D. Enterprise architecture as strategy: creating a foundation for business execution. – Harvard Business Review Press, 2006.
4. Freeman R., Mcvea John. A stakeholder approach to strategic management // SSRN Electronic Journal. – 2001. – January, 2001. – DOI:10.2139/ssrn.263511.
5. “A guidebook of program and project management for enterprise innovation” abbreviated as “P2M” or “P2M Guidebook” / Developed under a 3-year project supported by the Japanese Ministry of Economy, Trade and Industry. – 1st Edition published in 2001; 2nd Edition in 2007; 3rd Edition published in 2014.