

УДК 338.2

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА СЦЕНАРИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА

**А.О. Кулакова, Т.Г. Максимова**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики"*

**С.В. Скорых**

*Политехнический университет Петра Великого*

**Аннотация:** Статья посвящена проблеме оценки сценариев развития проектов. В настоящее время решение о будущем проектов принимается экспертами в лице менеджмента компании, их оценки не лишены субъективизма и не всегда точны. Для нивелирования данного недостатка предлагается использование метода анализа иерархий. Оценки потенциальных сценариев развития проектов, полученные с помощью данного метода, учитывают целый ряд факторов и потому более корректны. В качестве объекта исследования выбран инновационный проект по созданию и внедрению трехмерной геоинформационной системы на предприятии. В работе были выявлены потенциальные сценарии развития проекта. В рамках метода анализа иерархий была построена иерархия из четырех уровней, рассчитаны матрицы попарных сравнений, индексы соответствия и отношения соответствия, рассчитаны весовые коэффициенты для каждого сценария. По итогу исследования был выбран оптимальный вариант развития проекта с точки зрения достижения цели его реализации.

**Ключевые слова:** инновационный проект; геоинформационная система; планирование; прогнозирование; сценарии развития проекта; иерархия; метод анализа иерархий; проектный менеджмент.

## USING THE HIERARCHY ANALYSIS METHOD TO JUSTIFY THE CHOICE OF THE PROJECT DEVELOPMENT SCENARIO

**A. Kulakova, T. Maximova**

*ITMO University*

**S. Skorykh**

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University*

**Abstract:** The article is devoted to the problem of evaluating project development scenarios. Currently, decisions about the future of projects are made by experts in the person of the company's management, their assessments are not without subjectivity and are not always accurate. To level this deficiency, the use of the hierarchy analysis method is proposed. Estimates of potential project development scenarios obtained using this method take into account a number of factors and therefore are more correct. An innovative project for the creation and implementation of a three-dimensional geo-information system in an enterprise was chosen as the object of research. The work identified potential scenarios of the project. Within the framework of the hierarchy analysis method, a hierarchy of four levels was constructed, matrices of pairwise comparisons, correspondence indices and correspondence ratios were calculated, and weighting factors were calculated for each scenario. According to the results of the research, the optimal variant of the project development was chosen from the point of view of achieving the goal of its implementation.

**Keywords:** innovative project; geographic information system; planning; forecasting; project development scenarios; hierarchy; hierarchy analysis method; project management.

**Введение.** В настоящее время реализация инновационных проектов является одним из самых приоритетных и актуальных направлений деятельности любой организации, так как именно инновационные проекты задают вектор развития современной экономики [5]. От зарождения идеи до закрытия инновационный проект проходит определенные стадии жизненного цикла. В фазе реализации на стадии производства компании, реализующей инновационный проект зачастую необходимо принять решение о будущем данного проекта: о его развитии или завершении [2]. Принятие таких решений зачастую происходит экспертами или руководством и несет в себе немалую долю субъективизма. Для того, чтобы нивелировать этот факт в данном исследовании предлагается использовать метод анализа иерархий для обоснования выбора сценария развития проекта.

**Постановка задачи.** Объектом исследования является инновационный проект по созданию и внедрению трехмерной геоинформационной системы на предприятии. Целью исследования является анализ применимости метода анализа иерархий для обоснования выбора сценария развития проекта.

**Методы и материалы исследования.** В работе используются общенаучные методы исследования, такие как обобщение, дедукция и индукция, эксперимент, анализ и синтез. А также специальные методы исследования: формализация, идеализация, наблюдение и прогнозирование, сравнение и обобщение, экономико-математическое моделирование и математические расчеты [10]. При выборе наилучшего сценария развития проекта был использован метод анализа иерархий.

**Полученные результаты исследования.** В качестве объекта исследования был выбран проект

«Трехмерная геоинформационная система», реализуемый на одном из предприятий судостроительной отрасли с 2014 года. Данный проект представляет собой трехмерную геоинформационную модель предприятия<sup>1</sup>.

Необходимость в реализации проекта объясняется тем, что в силу сложившихся процессов на предприятии, ведение задач по ремонту, управлению, планированию и учету материальных активов осуществлялось децентрализованно (с использованием различных информационных систем), а многие процессы до сих пор осуществляются в «ручном» режиме с минимальным задействованием информационных технологий.

Наличие большого количества пространственно-распределенных активов и отсутствие единого структурированного хранилища данных по материальным активам предприятия, с актуальной информацией по их расположению, использованию и ремонту, существенно увеличивает время анализа данных и затрудняет принятие решений при обслуживании, ремонте и инвестициях в основные фонды предприятия.

Таким образом, с целью автоматизации процессов учета, анализа и управления информацией по материальным активам на предприятии реализуется проект по развитию трехмерной геоинформационной системы.

В своем развитии проект прошел ряд этапов, представленных на рисунке 1.

На данный момент проект находится на 6 этапе, в рамках которого заключен ряд дополнительных договоров и соглашений на доработку системы.

Существует несколько альтернативных сценариев развития проекта:

<sup>1</sup> Предприятие производит продукцию двойного назначения, поэтому здесь и далее название не упоминается

Сценарий 1 – Поддержание системы на текущем уровне;

Данный сценарий не предполагает усовершенствования системы по части ведения учета материальных активов, но позволит отслеживать те материальные активы, которые уже включены в систему и использовать разработанные базы.

Сценарий 2 – Развитие проекта, включение в систему более мелких элементов;

Второй сценарий предполагает включение в систему материальных объектов более мелких уровней (запчасти, материалы, объекты инженерной системы коммуникации и пр.), что позволит в еще

большей степени автоматизировать процесс управления материальными активами и приблизиться к созданию цифрового двойника предприятия.

Сценарий 3 – Сужение системы до более крупных материальных объектов;

Такой вариант развития системы предполагает абстрагирование от мелких материальных объектов и сосредоточение на крупных объектах строительства (здания, сооружения, площадки и пр.), что значительно упростит интерфейс системы и облегчит процесс ее понимания рядовыми пользователями.



Рисунок 1. Этапы развития проекта «Трехмерная геоинформационная система»

Сценарий 4 – Реализация смежного проекта с акцентом на объекты инженерной системы коммуникации;

Четвертый сценарий предполагает выделение из текущего проекта второго проекта, направленного на отслеживание положения и состояния объектов инженерной коммуникации (электропровод, трубопровод, уровень загрязненности и пр.). Данный вариант позволит в большей степени отслеживать состояние объектов и повысит безопасность работы на предприятии.

Основной целью реализации инновационного проекта является повышение конкурентоспособности

предприятия. Для обоснования выбора оптимального сценария с точки зрения достижения основной цели развития ГИС будем использовать метод анализа иерархий [4].

**Этап 1. Построение иерархии.** Для начала введем обозначения уровней иерархии [6]. Верхний уровень иерархии представляет цель проекта – Повышение конкурентоспособности предприятия. На втором уровне иерархии находятся задачи, которые позволяет решить проект:

Задача 1: улучшение имиджа и рост инвестиционной привлекательности;

Задача 2: увеличение точности и достоверности планирования и учета;

Задача 3: автоматизация рабочих процессов;

Задача 4: оптимизация процесса управления материальными активами;

Задача 5: рост лояльности работников.

Третий уровень иерархии заполняют направления решения данных задач:

Направление 1: радикальная инновация; направление 2: патентная чистота создаваемого новшества; направление 3: права интеллектуальной собственности; направление 4: база знаний по материальным активам; направление 5: электронный архив технической документации; направление 6: накопление ретроспективных данных; направление 7: автоматизированное заполнение отчетных форм; направление 8: определение точного местонахождения объектов; направление 9: визуализация информации; направление 10: интеграция с ИИС Предприятия, системами видеонаблюдения и охраны.

На нижнем уровне иерархии находятся сценарии развития проекта, выбор из которых нам предстоит совершить:

Сценарий 1 – Поддержание системы на текущем уровне; Сценарий 2 – Развитие проекта, включение в систему более мелких элементов; Сценарий 3 – Сужение системы до более крупных материальных объектов; Сценарий 4 – Реализация смежного проекта с акцентом на объекты инженерной системы коммуникации.

Данные уровни взаимосвязаны между собой следующим образом: цель проекта достигается с помощью решения задач проекта, задачи реализуются через направления решения, при этом в рамках каждого сценария разрабатывается то или иное направление.

### **Этап 2. Проведение попарных сравнений.**

#### **2.1. Попарное сравнение значимости задач с точки зрения достижения цели развития ГИС.**

Далее были построены матрицы попарных сравнений значимости задач с точки зрения достижения цели развития ГИС. Сравнение проводится с использованием 9-балльной шкалы, где 9 означает максимальное превышение значимости одной задачи с точки зрения достижения цели реализации проекта над другой задачей [3].

Таблица 1

**Матрица попарных сравнений задач**

ЦЕЛЬ	Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5	Собственный вектор	Вес
Задача 1	1	7	8	7	4	4,36	0,56
Задача 2	0,14	1	3	0,33	0,25	0,51	0,07
Задача 3	0,125	0,33	1	0,25	0,2	0,29	0,04
Задача 4	0,14	3	4	1	0,25	0,84	0,11
Задача 5	0,25	4	5	4	1	1,82	0,23

$\lambda_{\max} = 5,382$ ; ИС= 0,10; ОС= 0,09

**2.2. Попарное сравнение направлений решения задач с точки зрения значимости для решения указанных задач.** Построим матрицу попарных сравнений направлений для решения Задачи 1 – Улучшение имиджа и рост инвестиционной привлекательности. Матрицы попарных сравнений для каждой из решаемых задач были построены по такому же принципу.

**2.3. Попарное сравнение сценариев с точки зрения результативности реализации каждого из направлений.** Построим матрицу попарных сравнений сценариев с точки зрения Направления 1 – Радикальная инновация

Таблица 2

**Матрица попарных сравнений направлений для Задачи 1**

Задача 1	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	Собственный вектор	Вес
H1	1	2	2	4	5	7	5	7	7	5	3,83	0,27
H2	0,5	1	2	4	5	7	4	6	6	5	3,16	0,22
H3	0,5	0,5	1	3	4	6	4	3	5	5	2,36	0,17
H4	0,25	0,25	0,33	1	3	5	0,33	0,5	0,5	0,33	0,62	0,04
H5	0,2	0,2	0,25	0,33	1	3	0,33	2	2	0,5	0,60	0,04
H6	0,14	0,14	0,17	0,2	0,33	1	0,2	0,33	0,33	0,25	0,26	0,02
H7	0,2	0,25	0,25	3	3	5	1	3	3	2	1,26	0,09
H8	0,14	0,17	0,33	2	0,5	3	0,33	1	0,25	0,33	0,48	0,03
H9	0,14	0,17	0,2	2	0,5	3	0,33	4	1	0,33	0,60	0,04
H10	0,2	0,2	0,2	3	2	4	0,5	3	3	1	0,99	0,07

$\lambda_{\max} = 11,178$ ; ИС= 0,13; ОС= 0,09

Таблица 3

**Матрица попарных сравнений сценариев для Направления 1**

Направление 1	Сценарий 1	Сценарий 2	Сценарий 3	Сценарий 4	Собственный вектор	Вес
Сценарий 1	1	0,33	2	0,25	0,64	0,13
Сценарий 2	3	1	4	0,5	1,57	0,31
Сценарий 3	0,5	0,25	1	0,25	0,42	0,08
Сценарий 4	4	2	4	1	2,38	0,48

$\lambda_{\max} = 4,079$ ; ИС = 0,03; ОС = 0,03

По такому же принципу были построены матрицы попарных сравнений для каждого направления.

**Этап 3. Вычисление весовых коэффициентов.** Далее были вычислены веса направлений с учетом весов задач. Лучшим сценарием с точки зрения реализации цели проекта является Сценарий

2, менее успешную реализацию цели обеспечивает Сценарий 1, Сценарий 3 является худшим для реализации цели проекта. Таким образом, для повышения конкурентоспособности предприятия рекомендуется осуществить развитие проекта до более мелких элементов системы.

Таблица 4

**Матрица весов направлений с учетом весов задач**

	Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5	Собственный вектор	Вес
H1	0,27	0,02	0,02	0,02	0,06	0,15	0,27
H2	0,22	0,02	0,02	0,02	0,02	0,12	0,22
H3	0,17	0,03	0,03	0,03	0,11	0,09	0,17
H4	0,04	0,21	0,15	0,28	0,05	0,02	0,04
H5	0,04	0,27	0,22	0,15	0,08	0,02	0,04
H6	0,02	0,11	0,04	0,11	0,02	0,01	0,02
H7	0,09	0,16	0,27	0,06	0,14	0,05	0,09
H8	0,03	0,06	0,08	0,08	0,04	0,02	0,03
H9	0,04	0,05	0,12	0,20	0,21	0,02	0,04
H10	0,07	0,08	0,06	0,04	0,28	0,04	0,07

Таблица 5

**Матрица весов сценариев с учетом весов направлений**

	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	СВ	Вес
C1	0,13	0,23	0,43	0,45	0,16	0,28	0,58	0,28	0,47	0,16	0,28	0,28
C2	0,31	0,59	0,19	0,26	0,45	0,16	0,11	0,16	0,28	0,28	0,33	0,33
C3	0,08	0,06	0,14	0,17	0,10	0,47	0,23	0,47	0,10	0,10	0,13	0,13
C4	0,48	0,12	0,25	0,12	0,29	0,10	0,08	0,10	0,16	0,47	0,26	0,26

**Выводы.** В ходе исследования было доказано, что использование метода анализа иерархий для выбора сценария развития проекта дает релевантные результаты и позволяет выбрать оптимальный сценарий. Наилучшим сценарием развития проекта «Трехмерная геоинформационная система» является развитие проекта с включением в систему более мелких элементов инженерной инфраструктуры, что позволит достичь цели реализации проекта – повысить конкурентоспособность предприятия. Полученные результаты могут быть использованы на практике для планирования деятельности организации и прогнозирования развития проектов. В перспективе дальнейшие исследования могут быть посвящены улучшению метода анализа иерархий с точки зрения его адаптации под инновационную (качественную) составляющую инновационного проекта. Также необходимо рассмотрение вопроса об уместности использования метода анализа иерархий для сложных многозадачных проектов или мультипроектов, так как построение иерархии и матриц в таких случаях может быть затруднено, а допущения и упрощения приведут к некорректным или ложным результатам [5].

**Список литературы:**

1. Анисифоров, А.Б. Методики оценки эффективности информационных систем и информационных технологий в бизнесе: учебное пособие / А.Б. Анисифоров, Л.О. Анисифорова. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2014.

2. Жученко, О.А. Жизненный цикл проекта как инструмент управления инновационной деятельностью предприятий / О.А. Жученко // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2012. №12 (92) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhiznennyu-tsikl-proekta-kak-instrument-upravleniya-innovatsionnoy-deyatelnostyu-predpriyatiy-1>

3. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а Также Хроника событий в Волшебных Странах: Учебник // О.И. Ларичев. – М.: Логос, 2000. – 296 с.

4. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий // Т.Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

5. Balan, A.S. Investments & innovations project at an industrial enterprise: peculiarities, role and life cycle / A.S. Balan, N.A. Par'eva // Одесский национальный политехнический университет (Одесса), 2013. №2 (41). С. 295-300 Portfolio management: and performance. // R.G. Cooper, S. J. Edgett, E. J. Kleinschmidt. – Journal of product innovation management 1999; 16: 333-351 p.

6. Saaty, Thomas L. (2008-06). “Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors – The Analytic Hierarchy/Network Process”. RACSAM (Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics). 102 (2): 251-318 p. Режим доступа: <http://www.rac.es/ficheros/doc/00576.PDF>