УДК 519.6

Гожий А. П., Дыхта Л. М., Краснов Н. Е.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ РЕИНЖИНИРИНГА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Рассмотрены основные аспекты реинжиниринга информационных систем для предприятий теплоснабжения. Предложены аллтернативные варианты проведения реинжиниринга информационных систем. Реализована процедура выбора наилучшего варианта реинжиниринга с помощью метода анализа соотношений.

***Ключевые слова**: Реинжиниринг, информационная система, метод анализа соотношений.*

Розглянуто основні аспекти реінжинірінгу інформаційних систем для підприємств теплопостачання. Запропоновані альтернативні варіанти проведення реінжинірінгу інформаційних систем. Реалізована процедура вибору найкращого варіанту реінжинірінгу за допомогою методу аналізу співвідношень.

***Ключові слова:** Реінжинірінг, інформаційна система, метод аналізу співвідношень.*

The basic aspects of reingeniring of the informative systems are considered for the enterprises of теплоснабжения. The alternative variants of leadthrough of reingeniring of the informative systems are offered. Procedure of choice of the best variant of reingeniring is realized by the method of analysis of correlations.

***Keywords**: Reingeniring, informative system, method of analysis of correlations.*

В настоящее время информационная система предприятия служит одним из основных инструментов обеспечения рационального использования разного рода ресурсов на предприятии и его конкурентоспособности в целом. Однако после внедрения информационной системы и в процессе её эксплуатации возникает и постепенно возрастает расхождение между требованиями к ней со стороны предприятия и ее действительными характеристиками и возможностями. Устаревание информационных систем предприятий (как физическое, так и моральное) обусловлено рядом причин, таких как:

– развитие самого предприятия и технологий его управления;

– появление новых информационных технологий и развитие общих возможностей компьютерных систем;

– развитие новых подходов к технической и программной реализации элементов информационной системы предприятия в целом.

– недоработки при проектировании ИС и неудовлетворительное стратегическое планирование ее развития.

В результате, предприятие сталкивается с неэффективностью, а иногда и с невозможностью дальнейшей эксплуатации информационной системы и, как следствие, с необходимостью ее обширной модернизации (реинжиниринга). Под информационной системой (ИС) предприятия теплоснабжения будем понимать систему, предназначенную для сбора, хранения, обработки и поиска информации, необходимой для системы управления предприятием теплоснабжения. Компонентами ИС будут являться структурные элементы системы. В соответствии с основными методологиями структурного моделирования систем [2], компонентами ИС могут быть: функциональные З (подсистемы), объектные (классы, объекты), информационные (таблицы базы данных), аппаратные (ЭВМ и т. п. устройства). Под реинжинирингом ИС будем понимать исследование исходной системы с целью ее перепроектирования с последующей реализацией нового проекта информационной системы [2; 3].

Следует выделить следующие уровни рассмотрения и исследования аспектов, связанных с реинжинирингом информационных систем.

– *первый уровень* включает исследования, направленные на достижение концептуального понимания деятельности по проекту реинжиниринга ИС. Именно на этом уровне исследуются вопросы определения места реинжиниринга в жизненном цикле ИС, в том числе выявление связей процесса реинжиниринга ИС в целом с другими процессами ЖЦ ИС[1].

– *второй уровень* содержит исследования, основная цель которых заключается в выявлении основных шагов (действий), реализуемых в процессе реинжиниринга и в определении связей между основными шагами процесса. Здесь в сферу рассмотрения попадают потоки управления и потоки данных между основными шагами процесса, основные роли, соотносимые с исполнителями процесса, а так же правила распределения ролей среди команды исполнителей. Исследования и разработки на этом уровне проводятся как без учета, так и с учетом вводимых ограничений (например, архитектурных решений, которым должны соответствовать подлежащие реинжинирингу ИС)

– *на третьем уровне* рассматриваются (исследуются и разрабатываются) методы, каждый из которых направлен на решение некоторой локальной задачи, возникающей в процессе реинжиниринга ИС, например, выполнения определенного шага процесса. По сути, эти методы воплощают собой некоторые вполне конкретные решения, с которыми соотносится определенная область применения .

– *четвертый уровень* включает исследование и разработку инструментальных программных средств, автоматизирующих применение подходов, методов и технологий, рассматриваемых на предыдущих уровнях.

На предприятиях теплоснабжения проблема реинжиниринга информационных систем имеет определенные особенности, главная из которых это то, что определенная часть сетей теплоснабжения постоянно находится в состоянии ремонта или реконструкции. Это выдвигает определенные требования к системе управления ресурсами сети, кроме того для любой системы теплоснабжения необходимо предусматривать и прогнозировать возможности дальнейшего развития системы. При этом архитектура информационной системы должна удовлетворять этим особенностям и быть достаточно гибкой.

В настоящее время не существует единой общепринятой методологии реинжиниринга ИС, но существует несколько распространенных методологий [1]. Большинство из них в том или ином виде концентрируется на этапе выбора базового варианта реинжиниринга ИС, т. е. варианта реинжиниринга всей системы в целом. Каждый такой базовый вариант описывает какой-то конкретный способ трансформации компонентов существующей ИС, приводящий к удовлетворению её требований. По сути, базовый вариант описывает переход от требований к комплексу операций над компонентами ИС (модификации существующих, разработке новых и т. д.). Сложность генерации базовых вариантов связана с высокой трудоемкостью и слабой формализуемостью процесса [1; 2]. В целом базовых вариантов реинжиниринга ИС может быть несколько, а по причине ограниченности ресурсов является возможной является реализация только одного из них.

Сложность выбора обусловлена необходимостью предварительного формирования множества базовых вариантов, необходимостью их сравнения по многим критериям, необходимостью принятия решения о расходовании значительных средств и необходимостью учета факторов риска [2]. Кроме того, наблюдается некий концептуальный разрыв между требованиями к ИС и вариантами ее реинженириинга. Аналогичный разрыв наблюдается и в области разработки ИС (проблема формального преобразования комплекса требований к ней в ее структурную модель).

Современные методологии реинжиниринга ИС не предоставляют универсальных способов решения задач формирования и выбора базовых вариантов. Эти задачи получили удовлетворительное решение для отдельных классов ИС, для отдельных концепций реинжиниринга и для более узкой задачи реинжиниринга программного обеспечения. Таким образом, в настоящее время, задачи формирования и выбора базового варианта реинжиниринга ИС по большей части решаются неформализованными способами, либо на базе экспертных методов, либо на базе методов принятия решений и требуют высокой квалификации разработчиков, входящих в состав разработчиков проекта реинжиниринга. Одним из существенных недостатков современных методологий реинжиниринга ИС является также отсутствие возможности экспресс-анализа проекта до его начала, т. е. такие методологии исходят из предположения, что решение о реинжиниринге уже принято.

Анализ способов реинженириинга систем однородного типа (технических, электронных, программных и т. п.) позволяет сделать вывод о принципиальной возможности формализации при формировании базовых вариантов различными методами. Подобные задачи, в которых нужно одновременно оптимизировать много параметров, относят к векторной или многоцелевой оптимизации. Поиск решений в ситуациях с множеством конфликтующих целей называют многоцелевым принятием решений.

Изучению свойств и методов решения многоцелевых задач посвящено достаточно большое количество работ [6; 7; 8; 9]. Эти вопросы затрагиваются также во многих работах из теории игр, математической экономике, теории статистических решений, исследовании операций, теории оптимального управления и из других научных дисциплин, в которых изучаются разные многокритериальные модели принятия решений. Поэтому в последнее время уделяется значительное внимание новым направлениям в области решения сложных задач оптимизации, которые бы позволили избежать основных недостатков классических методов.

Для решения задач многоцелевой оптимизации должны быть обеспеченны определенные условия. В частности, должна быть предоставлена возможность изменять в определенных пределах независимые переменные, которые влияют на критерии качества.

Метод анализа соотношений (MOORA) был впервые представлен Брауерсом и Завадскисом в 2006 году [1]. С помощью метода анализа соотношений возможно решение задач многоцелевой оптимизации в несколько этапов.

Входные данные состоят из определенных альтернатив и целей представляются с помощью матрицы $n \times m$ где элементы матрицы x_{ij} – отношение альтернативы j к цели или атрибуту i; и n – число целей или атрибутов; j = 1, 2., m – число альтернатив. Для того, чтобы определить цель, необходимо сфокусироваться на понятии атрибут. В данном случае цель и соответствующий атрибут соответствуют друг другу. Поэтому когда цель неопределенна, атрибут не определен также.

Система соотношений, в которой каждое отношение альтернативы к цели сравнивается со знаменателем, который представляет собой сумму всех отношений альтернатив к этой цели. Для этого знаменателя наилучшим выбором будет квадратный корень с суммы квадратов отношения каждой альтернативы до цели:

$$x_{ij}^{*} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m} x_{ij}^{2}}} \tag{1}$$

где – отношение альтернативы j к цели i ; j = 1, 2, ..., m; m – количество альтернатив; i=1, 2 ... n, n – количество целей; x_{ij}^{*} –число, которое представляет нормируемое отношение альтернативы j к цели i.

Нормируемые отношения альтернатив к целям лежат в интервале [0; 1]. Однако, иногда интервал может быть [-1; 1]. Для оптимизации, такие значения будут прибавлены в случае максимизации и вычтены при минимизации:

$$y_{j}^{*} = \sum_{i=1}^{j=g} x_{ij}^{*} - \sum_{i=g+1}^{j=n} x_{ij}^{*} \tag{2}$$

где: $i = 1, 2 \ldots g$ – цели, которые должны быть максимизированы; $i = g + 1, g + 2, \ldots, n$ – цели, которые должны быть возведены к минимуму; y_{j}^{*} – нормируемая оценка варианта j с учетом всех целей. Порядковая ранжировка y_{j}^{*} показывает окончательный выбор.

Приближение к точке отсчета основывается на соотношении, которое было приведено в формуле (1), согласно которому также была выведена идеальная точка отсчета. Приближение называется реалистичным и не субъективным, когда координаты подобранные для точки отсчета, реализованы в одном из вариантов альтернатив. Например, у нас есть три альтернативы, описанные таким способом: A(10, 100), B(100, 20) и C(50, 50). В этом случае идеальная точка отсчета R_m имеет координаты (100;100). Идеальный вектор является самоочевидным, если альтернативы были четко определены как для проектов в области анализа так и планирования проектов. Для определения метрики для точки отсчета наилучшим образом подходит метрика мин-макс [6]. Одной из проблем в методе анализа соотношений является ранжировка целей. Одна из целей в x_{ij}^{*} не может быть важнее, чем другие. Тем не менее, может оказаться необходимым подчеркнуть, что некоторые цели являются важнее, чем другие. Для того, чтобы предоставить цели большее значение, ее можно умножить на определенный экспертом коэффициент важности.

На рис. 1. представлена схема алгоритма метода анализа соотношений.

Для выбора проекта реинжиниринга информационной системы предприятия теплоснабжения использованы реальные данные из материалов отчетов. Системы теплоснабжения играют особенную роль в инфраструктуре города и жилищных районах, потому что эти системы являются сложными инженерно-коммуникационными сооружениями, и их строительство и эксплуатация и реконструкция требуют большое количество специальных инженерных знаний и разнообразной информации. Информационные системы управления ресурсами системы теплоснабжения сложные распределенные программно-аппаратные комплексы которые должны оперативно управлять ресурсами и систем теплоснабжения и предприятий обслуживающих эти системы.

Подготовка и реализация проекта реинжиниринга информационной системы это инновационная процедура требующая серьезных капиталовложений и времени для реализации проекта. Кроме того каждый проект имеет ряд особенностей, таких как, особенности применяемого аппаратного и программного обеспечения, применене готовых программных продуктов и разработка отдельных компонентов программного обеспечения, внедрение и доработка компонентов информационной системы.

Проблема выбора среди разных альтернатив проектов постоянная и важная в проектах реинжиниринга. В данном случае разработчики проекта должны использовать глобальную цель и методы с целью предложить оптимальный вариант для решения, которое принимается.

Лишь несколько принятых решений является целесообразными для применения ЛПР, тем более, что можно также рассмотреть вопрос о сложности проблемы. Кроме того, использование таких методов позволяет подчеркнуть субъективные элементы выбора, в частности на основе технической оценки показателей деятельности.

Рассмотрим четыре возможных варианта проекта реинжиниринга информационной системы предприятия теплоснабжения:

Вариант № 1.*(A1)* Использование готового проектного решения информационной системы. Закупка программного и аппаратного обеспечения и конфигурирование его и адаптация его под нужды предприятия.

Рис. 1. Блок-схема алгоритма метода анализа соотношений.

Вариант № 2.*(A2)* Разработка и реализация нового проекта реинжиниринга информационной системы с привлечением для разработки программного обеспечения специалистов предприятия.

Вариант № 3.*(A3)* Разработка и реализация нового проекта реинжиниринга информационной системы предприятия с частичным привлечением для разработки отдельных компонентов системы других фирм разработчиков.

Вариант № 4.*(A4)* Привлечение для разработки проекта реинжиниринга консалтитиговой компании, имеющей опыт проектирования. А также имеющей опыт реализации своих проектов и готовые для реализации проектные решения.

Каждый из вариантов представлен в таблице 1, имеет пять целей: цена, сроки реализации проекта, срок окупаемости, возможность расширения проекта, эффективность проекта (способность решать разнообразные задачи).

Цена проекта – x_1. Одним из основных показателей для проектов реинжиниринга информационных систем является стоимость проекта. В данном случае в цену проекта включены все затраты на осуществление проекта. (млн $) Срок реализации проекта – x_2. (количество месяцев). Срок окупаемости проекта – x_3. (количество месяцев). Данные, представленные в таблице 1, показывают, что нет альтернативы доминирующей во всех целях. Возможность расширения проекта – x_4. Под возможностью расширения проекта понимается свойства реализованого проекта информационной системы комплектоваться дополнительными модулями и подсистемами. Измерение в относительной шкале от 0 до 10. Эффективность проекта – x_5. Это способность информационной системы решать разнообразные задачи. Измерение в относительной шкале от 0 до 10.

В таблицах 1-5 приведен расчет и выбор альтернатив по методу анализа соотношений.

Таблица 1

Матрица отношений альтернатив к цели

	1 **Min**	**2** **min**	**3** **min**	**4** **max**	**5** **max**
A1	3,0	18	36	5	3
A2	1,1	48	48	9	5
A3	2,1	30	48	8	6
A4	2,3	24	36	9	7

Таблица 2

Сумма квадратов и их квадратные корни

A1	9	324	1296	25	9
A2	1,21	2304	2304	81	25
A3	4,41	900	2304	64	36
A4	5,29	576	1296	81	49
Сумма квадратов	19,91	4104	7200	251	119
Квадратные корни	4,462	64,062	84,863	15,843	10,909

Таблица 3

Деление целей на их квадратный корень и ранжированиие

A1	0,672	0,281	0,424	0,316	0,275
A2	0,247	0,749	0,566	0,568	0,458
A3	0,471	0,468	0,566	0,505	0,550
A4	0,292	0,375	0,424	0,568	0,642

Таблица 4

Нахождение точек отсчета для каждой из целей

ri	0,247	0,281	0,424	0,568	0,642

Таблица 5

Нахождение отклонения, по модулю от точки отсчета и ранжирование альтернатив по минимальному отклонению от целей

						Сумма отклонений	**Ранг**
A1	0,425	0	0	0,252	0,367	**1,044**	**4**
A2	0	0,468	0,142	0	0,184	**0,794**	**3**
A3	0,224	0,187	0,142	0,063	0,092	**0,708**	**2**
A4	0,045	0,094	0	0	0	**0,139**	**1**

Исходя из результатов применения метода соотношений лучший вариант проекта реинжиниринга из проедложенных альтернатив это проект № 4. Это привлечение для разработки проекта реинжиниринга консалтитиговой компании, имеющей опыт проектирования информационных систем. А также имеющей опыт реализации своих проектов и готовые для реализации проектные решения.

Предложенный подход к выбору проектных альтернатив реинжиниринга информационных систем позволяет оценить варианты проектных альтернатив и осуществить выбор наиболее рационального варианта проекта.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бородатова М. В. Атоматизация моделирования объектов реинжиниринга / М. В. Бородатова, Ю. М. Шерстюк. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 1999. – 62 с.
2. Калянов Г. Н. CASE-технологии. Консалтинг при автоматизации бизнес-процессов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2001.
3. Костров А. В. Основы информационного менеджмента. – М. : Финансы и статистика, 2001.
4. Торкатюк В. И. Организационно экономические аспекты устойчивого развития городов : научно-технический сборник / В. И. Торкатюк, О. Л. Сидоренко, М. П. Господин, А. Л. Шутенко, Д. В. Бутник, С. В. Мозговий. – Харьковская национальная академия городского хозяйства, 2008. – № 85.
5. Karel W. Multi -objective decision-making for road design / W. Karel, M. Brauers, E. Zavadskas, F. Peldschus, Z. Turskis. – TRANSPORT, 2008. – С. 183–193.
6. Nijkamp P. Interactive multiple goal programming / P. Nijkamp, F. University, A. Spronk. – Rotterdam Preliminary and Confidential Research Memorandum nr., 1978.
7. Jared L. Cohon. Multiobjective Programming and Planning. – Academic press London, 1978.
8. Ногин В. Д. Принятие решений при многих критериях : учебно-методическое пособие. – Санкт-Петербург, 2007.
9. Lu J. Multi-objective group decision making / J. Lu, G. Zhang, F. Wu. – Imperia; college press.

Рецензенти: Кондратенко Ю. П., д.т.н., професор;
Фісун М. Т., д.т.н., професор

© Гожий О. П., Дихта Л. М., Краснов М. Є., 2010

Стаття надійшла до редколегії 14.10.2010 р.