

УДК004.021

М. Ю. Рытов, П. А. Ковалев

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ВИДА КОРПОРАТИВНОГО ПОРТАЛА

Рассмотрена возможность применения метода анализа иерархий для определения оптимального вида корпоративного портала исходя из анализа основных функций, которые призван автоматизировать портал. Ключевые слова: корпоративный портал, КП, классификация, метод анализа иерархий.

Исторической точкой отсчета появления корпоративного портала (далее КП, портал) в постоянном пользовании стал 1998 год, когда К. Шайлакс и Д. Тилман из инвестиционного банка «MerrillLynch» сформулировали первое определение корпоративного портала, а именно: «Корпоративные информационные порталы (EnterpriseInformationPortal – EIP) – это приложения, которые позволяют компаниям раскрывать информацию, хранящуюся внутри и вне организации, и предоставлять каждому пользователю единую точку доступа к предназначенной для него информации, необходимой для принятия обоснованных управленческих решений»[6].

В то время развитие информационных систем в бизнесе привело к тому, что на компьютере каждого сотрудника компании было установлено множество приложений, необходимых ему для выполнения своих обязанностей. Управлять такой инфраструктурой было непросто, постоянно возникала необходимость использовать информацию из разных источников, т.е. интегрировать различные информационные системы. С развитием Web-технологий начали появляться приложения, обеспечивающие консолидированный доступ к разрозненным системам через браузер. Руководители и сотрудники компаний оценили эффективность работы с информацией с помощью браузеров и интрасетей.

Таким образом, если соотнести КП с бизнесом, можно сформировать основную цель его создания для организации: увеличение прибыли компании за счет снижения непроизводительных издержек и улучшения организации работ компании.

Для маленькой компании, где отсутствуют территориальное деление и большое количество персонала, создание КП не имеет смысла, так как все взаимодействие между сотрудниками чаще всего ведется лично или через локальную сеть предприятия. Но в случае с крупными компаниями, где выделяется центральный офис, а филиалы или представительства могут быть разбросаны по городу, стране или миру, КП является незаменимым решением.

С течением времени менялась сама технология КП вместе с термином, введенным К. Шайлаксом и Д. Тилман. Сейчас КП можно описать как автоматизированную систему, предоставляющую пользователям адаптированные под их потребности и обязанности унифицированные корпоративные информационные сервисы, обладающие следующими характеристиками[2]:

- востребованы большинством сотрудников компании;
- используются для организации высокоуровневых рабочих мест для отдельных категорий сотрудников;
- предназначены для организации эффективного взаимодействия сотрудников друг с другом.

С технологической точки зрения портал представляет собой совокупность Web-интерфейсов, которые обеспечивают единообразный доступ к корпоративным данным и программам через локальные и глобальные сети. В качестве терминала может быть использовано любое устройство с Web-браузером (стационарный или переносной компьютер), подключенное к корпоративной сети либо находящееся далеко за ее пределами. Порталы позволяют организовывать дополнительные сервисы, основанные на доступе к раз-

народным данным и приложениям с одной Web-странички. При этом пользователь может и не знать, с какими приложениями он работает, где и в каком формате хранятся предоставляемые ему данные и с помощью каких операционных систем они обрабатываются[3;4].

На основе изложенного можно сформировать стандартный перечень задач, которые призван решать КП:

- создание информационной базы компании с системой классификации и извлечения информации;
- предоставление унифицированного (через обычный браузер, не требующий никакого специального клиентского программного обеспечения) персонализированного доступа в реальном времени к корпоративной информации сотрудникам компании, а также клиентам и партнерам компании, вне зависимости от их территориального расположения, для поддержки процессов принятия решений и управления;
- обеспечение рабочих мест и средств коллективной работы с унифицированным персонализированным доступом в реальном времени к корпоративным приложениям и информации сотрудникам компании, а также клиентам и партнерам компании вне зависимости от их территориального расположения, т.е. фактически автоматизация бизнес-процессов.

Но поскольку данный КП формируется с целью решения бизнес-задач, то необходимо указать, какие бизнес-цели преследуются при его внедрении:

- предоставить внешним и внутренним пользователям возможность доступа ко всем корпоративным данным и приложениям, необходимым им в работе, из единой точки входа;
- обеспечить персонификацию доступа и презентацию информации для эффективного использования разнородных и зачастую хаотичных данных;
- объединить изолированные модели информационного обеспечения предприятия и обеспечить высокую степень интеграции различных информационных ресурсов;
- предоставить возможность активного использования потребителями информационных услуг необходимых им ресурсов;
- обеспечить всем пользователям, в том числе мобильным, полноценный доступ к ресурсам учреждения 24 часа в сутки 7 дней в неделю независимо от их места пребывания.

История развития КП насчитывает почти пятнадцать лет. За это время созданы разные виды порталов для определенных целей и даже целые автоматизированные системы.

Существуют различные классификации корпоративных порталов, но обычно их принято делить по классификационным признакам, приведенным в [5;7]. В табл. 1 представлено описание элементов классификации корпоративных порталов.

Таблица 1

Описание элементов классификации корпоративных порталов

Вид КП	Описание	Вид КП	Описание
EIP	Справочная информация (хранилище данных)	B2C	Интернет-магазин
EER	Поддержка пользователей	B2B	Система снабжения и реализации продукции
EAP	Сервер приложений	B2E	Менеджер задач
ECP	Область совместной работы над задачей		
EKP	Совокупность первых четырех видов КП (мощная система аккумуляции знаний)		

Метод анализа иерархий (МАИ) — математический инструмент системного подхода к сложным проблемам принятия решений. МАИ позволяет понятным и рациональным об-

разом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, сравнить и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения.

При выборе оптимального вида КП целесообразно сначала установить, необходим ли вообще корпоративный портал для решения поставленных задач.

Для этого необходимо определить ряд первоначальных критериев КП. Чаще всего для принятия такого решения выбираются технические критерии. На данный момент можно изобразить примерную модель корпоративного портала:

$$Z = \{x_1, \dots, x_i\}$$

где Z – совокупность всех критериев КП; x_i – каждый критерий в отдельности. Т.е. модель КП подразумевает совокупность всех критериев.

Определяя критерии корпоративного портала, экспертным путем определяем, необходим ли при решении текущих задач КП или иной инструмент. Чаще всего такое решение принимается достаточно просто, так как при внедрении КП уже есть четко сформулированные требования.

Ниже представлен алгоритм выбора вида корпоративного портала при использовании МАИ (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема алгоритма выбора вида корпоративного портала при использовании МАИ

После завершения этих шагов, приступая к выбору оптимального управляющего воздействия, необходимо составить схему иерархии управляющих воздействий, которая обобщит все полученные результаты.

Схема иерархии управляющих воздействий имеет три уровня, отображая цель, критерии и альтернативы (рис. 2).

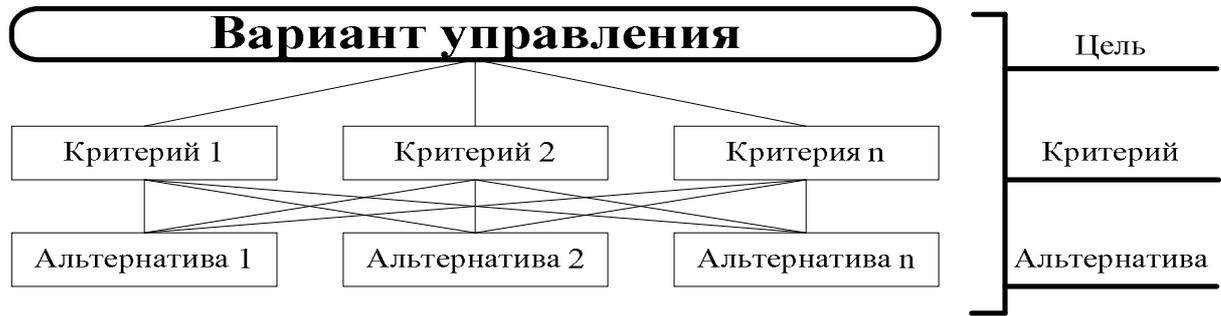


Рис. 2. Схема иерархии управляющих воздействий (общий вид)

Если критериев и вариантов управляющих воздействий больше, то сама схема расширяется.

Следуя методу анализа иерархий, необходимо составить матрицу парных сравнений для оценки степени важности критериев оценки варианта управления (табл. 2).

Таблица 2

Матрица парных сравнений для оценки степени важности критериев управляющего воздействия

Критерий	K_1	K_2	K_3	K_n	K_i	Вычисление промежуточных оценок (m – размерность матрицы)	Нормализация для получения оценок векторных приоритетов x_i	Наибольшее собственное значение матрицы $A\lambda_i$
K_1	w_{11}	w_{12}	w_{13}	w_{1n}	w_{1i}	$\sqrt[m]{w_{11} \times w_{12} \times w_{13} \times w_{1n} \times w_{1i}}$	$x_1 = \frac{a}{\sum w}$	$\lambda_1 = X_1 \times \sum K_i$
K_2	w_{21}	w_{22}	w_{23}	w_{2n}	w_{2i}	$\sqrt[m]{w_{21} \times w_{22} \times w_{23} \times w_{2n} \times w_{2i}}$	$x_2 = \frac{b}{\sum w}$	$\lambda_2 = X_2 \times \sum K_i$
K_3	w_{31}	w_{32}	w_{33}	w_{3n}	w_{3i}	$\sqrt[m]{w_{31} \times w_{32} \times w_{33} \times w_{3n} \times w_{3i}}$	$x_3 = \frac{c}{\sum w}$	$\lambda_3 = X_3 \times \sum K_i$
K_k	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{kn}	w_{ki}	$\sqrt[m]{w_{k1} \times w_{k2} \times w_{k3} \times w_{kn} \times w_{ki}}$	$x_4 = \frac{d}{\sum w}$	$\lambda_4 = X_4 \times \sum K_i$
...
K_i	w_{i1}	w_{i2}	w_{i3}	w_{in}	w_{ii}	$\sqrt[m]{w_{i1} \times w_{i2} \times w_{i3} \times w_{in} \times w_{ii}}$	$x_i = \frac{t}{\sum w}$	$\lambda_i = X_i \times \sum K_i$
\sum	$\sum K_1$	$\sum K_2$	$\sum K_3$	$\sum K_n$	$\sum K_i$	$\sum w = a + b + c + d + \dots + t$	$\sum = 1$	$\sum \lambda_i = \lambda_{max}$

Пусть даны элементы , и т. д. Матрица парных сравнений размером строится по следующим правилам[8]:

- если элементы и одинаково важны, заносим в позиции (,) и (,) матрицы число 1;
- если элемент незначительно важнее элемента , заносим в позицию (,) число 3, а в позицию (,) – обратное ему число 1/3;

- если элемент a_{ij} значительно важнее элемента a_{ji} , заносим в позицию (i, j) число 5, а в позицию (j, i) – обратное ему число 1/5;
- если элемент a_{ij} явно важнее элемента a_{ji} , заносим в позицию (i, j) число 7, а в позицию (j, i) – обратное ему число 1/7;
- если элемент a_{ij} по своей значимости абсолютно превосходит элемент a_{ji} , заносим в позицию (i, j) число 9, а в позицию (j, i) – обратное ему число 1/9.

Индекс согласованности матрицы C_I вычисляется по формуле

$$C_I = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}, \quad (2)$$

где λ_{\max} - наибольшее собственное значение матрицы A; m – размерность матрицы.

Для оценки приемлемости степени согласованности элементов матрицы используется отношение согласованности CR, задаваемое в виде

$$CR = \frac{C_I}{CIS}, \quad (3)$$

где C_I – индекс согласованности матрицы; CIS – константа, которая зависит от размерности матрицы.

Посчитав все значения, необходимо проверить корректность наших суждений. При проверке исходят из полученного значения отношения согласованности. Например, если матрица имеет размерность $m = 5$, то приемлемым считается $CR < 0,1$. Если рассчитанное CR не укладывается в отведенные ему рамки, то в оценке критериев была допущена ошибка.

Следующим этапом является рассмотрение выбранных альтернатив. Матрица парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив указаны в табл. 3.

Таблица 3

Матрица парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив управляющего воздействия

Критерий	A_1	A_2	A_3	A_n	A_i	Вычисление промежуточных оценок (m – размерность матрицы)	Нормализация для получения оценок векторных приоритетов x_i	Наибольшее собственное значение матрицы A λ_i
A_1	w_{11}	w_{12}	w_{13}	w_{1n}	w_{1i}	$\sqrt[m]{w_{11} \times w_{12} \times w_{13} \times w_{1n} \times w_{1i}}$	$x_1 = \frac{a}{\sum w}$	$\lambda_1 = X_1 \times \sum A_1$
A_2	w_{21}	w_{22}	w_{23}	w_{2n}	w_{2i}	$\sqrt[m]{w_{21} \times w_{22} \times w_{23} \times w_{2n} \times w_{2i}}$	$x_2 = \frac{b}{\sum w}$	$\lambda_2 = X_2 \times \sum A_2$
A_3	w_{31}	w_{32}	w_{33}	w_{3n}	w_{3i}	$\sqrt[m]{w_{31} \times w_{32} \times w_{33} \times w_{3n} \times w_{3i}}$	$x_3 = \frac{c}{\sum w}$	$\lambda_3 = X_3 \times \sum A_3$
A_k	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{kn}	w_{ki}	$\sqrt[m]{w_{k1} \times w_{k2} \times w_{k3} \times w_{kn} \times w_{ki}}$	$x_4 = \frac{d}{\sum w}$	$\lambda_4 = X_4 \times \sum A_4$
...
A_i	w_{i1}	w_{i2}	w_{i3}	w_{in}	w_{ii}	$\sqrt[m]{w_{i1} \times w_{i2} \times w_{i3} \times w_{in} \times w_{ii}}$	$x_i = \frac{l}{\sum w}$	$\lambda_i = X_i \times \sum A_i$
\sum	$\sum A_1$	$\sum A_2$	$\sum A_3$	$\sum A_n$	$\sum A_i$	$\sum w = a + b + c + d + \dots + l$	$\sum = 1$	$\sum \lambda_i = \lambda_{\max}$

Как видно из табл. 3, расчеты ничем не отличаются от оценки критериев по отношению друг к другу. Только здесь определяется, какая альтернатива (вариант управления) является более предпочтительной с точки зрения одного из критериев.

Точно так же должны быть рассчитаны формулы (2) и (3), а результат формулы (3) должен быть сравнен с константой в зависимости от размерности матрицы.

Необходимо заметить, что матриц парных сравнений и векторов приоритетов будет столько, сколько ранее было выделено критериев (если критериев 5, то таких матриц будет 5).

Заключительный этап – иерархический синтез приоритетов альтернатив относительно главной цели по формуле

$$A = W^{0.1} \cdot W^{1.2}$$

где $W^{0.1} = (x_1, x_2, \dots, x_i)$ – значения приоритетов, рассчитанные в табл.2, а $W^{1.2}$ – матрица, составленная из значений приоритетов, посчитанных при расчетах векторов приоритетов альтернатив.

В каждой такой таблице был получен столбец x_i , который необходимо отобразить строкой и сделать одной из строк матрицы. Соответственно первый столбец первой матрицы парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив становятся первой строкой матрицы $W^{1.2}$.

Необходимо рассчитать глобальные приоритеты альтернатив, перемножив две матрицы:

$$A = (x_1, x_2, \dots, x_i) \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots \\ b_{21} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & b_{ii} \end{pmatrix} = (c_1, c_2, \dots, c_i).$$

Полученные значения – это глобальные приоритеты предложенных альтернатив. Одно из значений матрицы A будет наибольшим, соответственно альтернатива с этим значением будет считаться наиболее предпочитаемой, а остальные будут располагаться в порядке уменьшения их значений.

Ниже рассмотрен пример использования метода анализа иерархий на основе реального случая, связанного с разработкой АИС.

Задача выполнения проекта рассматривается с позиции «потребность – желание – проблема – цель». Глобальная цель проекта – получение прибыли от продажи разработанного ПО.

Потребность – это получение прибыли от реализации АИС, что, в свою очередь, является желанием, т.е. реализация системы и есть желание. В соответствии с этим проблема – невозможность реализации проекта из-за отсутствия ресурсов разработки (нехватка разработчиков и недостаток знаний в предметной области). Можно сделать вывод, что цель – получить прибыль от реализации АИС, решив проблему с нехваткой ресурсов.

Основная функция рабочей группы в данном проекте – качественно и в срок выполнить поставленную перед ней задачу. Таким образом, цель – это решение поставленной проблемы. Проблема проекта – невозможность его выполнения из-за отсутствия ресурсов:

- команды разработчиков;
- знаний в узкоспециализированной предметной области.

В отношении проблемы нехватки разработчиков можно предложить следующие варианты управления:

1. Не увеличивать количество разработчиков, но предложить им работать сверхурочно (образное название варианта – «Сверхурочные»).

2. Провести набор кадров в штат (на постоянной основе, на время проекта или фриланс) (образное название варианта – «Набор»).

В отношении проблемы нехватки знаний можно предложить следующие варианты управления:

1. Приобрести для разработчиков документацию по предметной области, различные информационно-справочные ресурсы за собственный счет (образное название варианта – «Закупка»).

2. Провести аналитическое обследование на территории заказчика и запросить у него всю справочную литературу (образное название варианта - «Интервьюирование»).

После определения вариантов управления необходимо выделить ряд критериев, по которым будет оцениваться предпочтительность того или иного варианта управления.

Для оценивания вариантов управления выделяются следующие критерии, значения которых описаны ниже:

- 1) эффективность применения варианта управления;
- 2) стоимость исполнения;
- 3) ценность опыта, полученного работниками;
- 4) трудоемкость варианта;
- 5) время исполнения.

Данные критерии также можно объединить в множество:

$$V = \{a, \dots, e\}.$$

Критерий «Эффективность применения варианта управления» обозначает, какая альтернатива поможет в большей степени решить возникшую проблему.

Критерий «Стоимость исполнения» обозначает естественные финансовые затраты на реализацию варианта управления.

Критерий «Ценность опыта, полученного работниками» обозначает ценность опыта, который приобрел сотрудник в результате разработки. Допустим, в случае с данным проектом был нанят фрилансер для реализации функционала проекта. Его обучили, закупили ему справочно-информационную литературу, но по завершении проекта он уходит из компании и уносит свои знания и опыт с собой. Такого рода опыт неценен для компании. Совершенно другой вариант, когда проводится набор постоянных работников в штат предприятия.

Критерий «Трудоемкость варианта» обозначает, насколько сложно реализовать тот или иной вариант управления.

Критерий «Время исполнения» показывает, какое время нужно затратить на выполнение варианта управления.

Выбор оптимального варианта управления основан на четырех альтернативах: «Набор», «Сверхурочные», «Закупка» и «Интервьюирование». Схема иерархии выбора управляющего воздействия представлена на рис. 3.



Рис. 3. Схема иерархии выбора управляющего воздействия для выполнения цели проекта

Следуя методу анализа иерархий, составим матрицу парных сравнений для оценки степени важности критериев оценки варианта управления (табл. 4).

Таблица 4

Матрица парных сравнений и вектор приоритетов для оценки степени важности критериев

Критерии	Эффективность варианта управления	Стоимость исполнения	Ценность опыта, полученного работниками	Трудоемкость варианта	Время исполнения	W
Эффективность варианта управления	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	0,252
Стоимость исполнения	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	0,163
Ценность опыта, полученного работниками	1,00	3,00	1,00	1,00	0,33	0,202
Трудоемкость варианта	0,33	0,33	1,00	1,00	1,00	0,130
Время исполнения	1,00	1,00	3,00	1,00	1,00	0,252

Максимальное собственное число матрицы $\lambda_{\max} = 5,411$, размерность матрицы $m=5$.

Индекс согласованности матрицы C_1 вычисляется по формуле (2):

$$C_1 = \frac{5,411 - 5}{4} = 0,103.$$

Для оценки приемлемости степени согласованности элементов матрицы используется отношение согласованности CR , задаваемое формулой (3). Если матрица имеет размерность 5, то $CIS = 1,12$, отсюда

$$CR = \frac{0,103}{1,12} = 0,092.$$

Согласованность матрицы парных сравнений при $m = 5$ считается приемлемой, если $CR < 0,1$. По полученному значению отношения согласованности можно судить о корректности результатов, полученных в процессе сравнения.

Далее необходимо установить, какая альтернатива является более предпочтительной с точки зрения эффективности варианта управления. Матрица парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив приведены в табл. 5.

Таблица 5

Матрица парных сравнений и вектор приоритетов альтернатив с точки зрения эффективности варианта управления

Альтернативы	«Набор»	«Сверхурочные»	«Закупка»	«Интервьюирование»	W
«Набор»	1,00	5,00	3,00	1,00	0,398
«Сверхурочные»	0,20	1,00	1,00	0,33	0,102
«Закупка»	0,33	1,00	1,00	0,20	0,102
«Интервьюирование»	1,00	3,00	5,00	1,00	0,398

Максимальное собственное число матрицы $\lambda_{\max} = 4,060$, размерность матрицы $m=4$.

По формуле (2)

$$C_1 = \frac{4,060 - 4}{3} = 0,020.$$

Если матрица имеет размерность 4, то $CIS = 0,9$, отсюда

$$CR = \frac{0,020}{0,9} = 0,022.$$

Согласованность матрицы парных сравнений при $m = 4$ считается приемлемой, если $CR \leq 0,1$. По полученному значению отношения согласованности можно судить о корректности результатов, полученных в процессе сравнения.

Далее рассчитываются еще несколько матриц парных сравнений и векторов приоритетов альтернатив с точки зрения остальных критериев, которые были определены ранее. Таких таблиц должно быть столько, сколько было выведено критериев для оценивания варианта управления. В примере не будут рассмотрены остальные таблицы, так как их расчет - достаточно долгий процесс, а будут представлены только результаты.

Заключительный этап – иерархический синтез приоритетов альтернатив относительно главной цели по формуле

$$A = W^{0,1} \cdot W^{1,2},$$

где $W^{0,1} = (0,252; 0,163; 0,202; 0,130; 0,252)$ – значения приоритетов, рассчитанные в табл. 4.

Необходимо рассчитать глобальные приоритеты альтернатив:

$$A = (0,252; 0,163; 0,202; 0,130; 0,252) \begin{pmatrix} 0,398 & 0,102 & 0,102 & 0,398 \\ 0,067 & 0,197 & 0,224 & 0,512 \\ 0,121 & 0,121 & 0,277 & 0,481 \\ 0,238 & 0,313 & 0,313 & 0,137 \\ 0,121 & 0,481 & 0,277 & 0,121 \end{pmatrix} = (0,197091; 0,244159; 0,228664; 0,329216)$$

Полученные значения – это глобальные приоритеты предложенных альтернатив. В порядке приоритета альтернативы располагаются следующим образом:

1. «Набор» (0,197091).
2. «Сверхурочные» (0,244159).
3. «Закупка» (0,228664).
4. «Интервьюирование» (0,329216).

Поскольку были выделены две проблемы, то необходимо выделить два улучшающих вмешательства, которые направлены на решение этих проблем: «Сверхурочные» и «Интервьюирование».

В виде диаграммы результаты представлены на рис. 4.

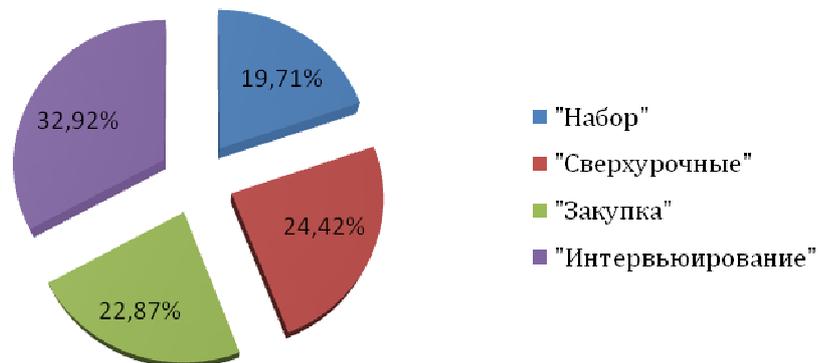


Рис. 4. Предпочтительность управляющих воздействий

Использование МАИ позволяет на основе разных критериев точно определить вид корпоративного портала, подходящий для решения конкретной задачи.

Таким образом, метод анализа иерархий позволяет решить достаточно сложную проблему неопределенности при выборе корпоративного портала. Данный метод дает возможность учитывать множество критериев, которые предъявляются к выбираемому элементу, а также множество альтернатив (в нашем случае это виды КП), т.е. множество вариантов развития события.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Введ. 2004–07–01. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 166 с.
2. Овчинников, Р. Корпоративный веб-сайт на 100 %. Требуйте от сайта большего! /Р. Овчинников, С. Сухов. - СПб.: Питер, 2009. – С. 34-39.
3. Гуруге, А. Корпоративные порталы на основе XML и Web-служб / А. Гуруге. - М.: КУДИЦ-Образ, 2004. – С. 1-15.
4. Молчанов, А.А. Корпоративные порталы /А.А. Молчанов, П.П. Маслянюк, Б.Р. Белицкий. - Киев: КПИ, 2002. – С. 7-11.
5. Варфоломеев, В.И. Принятие управленческих решений: учеб. пособие для вузов /В.И. Варфоломеев, С.Н. Воробьев. – М.: КУДИЦ-Образ, 2001. – 288 с.
6. Беллман, Р. Введение в теорию матриц / Р. Беллман. – М.: Мир, 1969.
7. Пользователь корпоративного портала // Сайт разработчика 1С-Битрикс, раздел обучения клиентов. – 2013. – Режим доступа: http://dev.1c-bitrix.ru/learning/course/?COURSE_ID=45&LESSON_ID=2188.
8. Реализация метода анализа иерархии // Knigechka. Тексты различных методических пособий. – 2011. - Режим доступа: http://knigechka.blogspot.ru/2011/01/blog-post_3993.html.

Материал поступил в редколлегию 21.02.14.