

БИБЛИОТЕЧНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 026.06

И. П. Медянкина

*Новосибирский государственный университет экономики и управления
«НИИХ». Библиотека Сибирского института управления*

Л. К. Бобров

*Новосибирский государственный университет экономики и управления
«НИИХ»*

Метод анализа иерархий как инструмент выбора электронно-библиотечной системы

Изложен метод анализа иерархий (Т. Саати) применительно к выбору библиотекой вуза электронно-библиотечной системы для удовлетворения информационных потребностей студентов.

Ключевые слова: электронно-библиотечные системы, библиотеки вузов, метод анализа иерархий, Томас Саати.

UDC 026.06

Irina Medyankina and Leonid Bobrov

Novosibirsk State University of Economics and Management

Analytic Hierarchy Process as a tool for ALIS selection

Analytic Hierarchy Process (*T. Saaty*) is applied to university libraries' selecting digital library system to support student information needs.

Keywords: ALIS, university libraries, Analytical Hierarchy process, Thomas Saaty.

В процессе формирования фондов вузовских библиотек электронные ресурсы прочно заняли свои позиции, став полноценными участниками рынка комплектования. На веб-сайтах библиотек представлены ссылки на

различные электронные ресурсы: цифровые архивы журналов, электронные библиотеки, онлайн-словари и справочники, а с 2008 г. (в соответствии с Приказом № 133 Минобрнауки РФ о внесении изменений в минимальные нормативы обеспеченности вузов библиотечно-информационными ресурсами) и обязательно на электронно-библиотечные системы (ЭБС). Согласно этому Приказу, федеральные государственные образовательные стандарты предписывают вузу обеспечить доступ к ЭБС каждому обучающемуся.

Логично было бы предположить, что все библиотеки уже определились с предпочтениями. Однако проблема выбора ЭБС по-прежнему актуальна. Вузы лицензируют новые образовательные программы, для которых может быть необходим доступ к узкоспециализированной литературе; на рынке ЭБС появляются новые игроки, изменяется контент или развивается уровень сервиса существующих ЭБС и т.д. Под влиянием различных факторов библиотеки вузов возвращаются к поиску ответа на вопрос: «Какую (или какие) ЭБС и как выбрать?» Кроме того, этот вопрос сейчас очень важен для вузовских библиотек Крыма и Севастополя.

Тестирование ЭБС, сравнение содержимого системы с перечнем дисциплин вуза, сравнение ЭБС между собой, стоимость – это то, чем чаще всего руководствуются в вузе при принятии решения о выборе системы. Однако при выборе часто возникает необходимость учитывать ряд дополнительных критериев, а иногда и способ реализации ЭБС: приобретение внешней ЭБС (предложения организаций – агрегаторов), создание своей или формирование межвузовской [1].

Для ответа на поставленный выше вопрос необходимо определить критерии, которым должна соответствовать ЭБС. Набор критериев, положенных в основу выбора, для разных библиотек может различаться; однако можно ориентироваться на следующие семь основных:

- стоимость ЭБС;
- соответствие дисциплинам вуза;
- условия доступа;
- количество наименований изданий по дисциплинам;
- возможность дополнять ЭБС изданиями своего вуза;
- темпы пополнения коллекции;
- поисковые возможности и простота использования ЭБС студентами.

На решение о выборе ЭБС также может повлиять наличие следующих возможностей [2]:

- корпоративный доступ;
- формирование списков литературы по различным дисциплинам;
- приобретение электронной версии издания (вместо оплаты годового доступа);

доступность информации о сроках действия лицензионного договора на интересующие библиотеку издания;

количество и тематика коллекций, предоставляемых за дополнительную плату.

Поскольку принятие решения о выборе ЭБС требует изучения множества различных факторов, их взаимосвязей и прогнозирования последствий сделанного выбора, по нашему мнению, для решения поставленной задачи может быть успешно использован метод анализа иерархий. Он создавался Томасом Саати (*Thomas Saaty*), профессором Школы бизнеса Джозефа М. Каца Питтсбургского университета (*Katz School of Business of the University of Pittsburgh*), для задач планирования в непредвиденных обстоятельствах. Метод используется в тех случаях, когда лицу, принимающему решение, необходимо сделать выбор в пользу одной из альтернатив, и даёт возможность оценить приоритеты количественно и качественно, используя информацию о попарных качественных сравнениях [3].

Метод анализа иерархий позволяет [4]:

провести анализ проблемы (она представляется в виде иерархически упорядоченных элементов);

собрать данные по проблеме (предполагаемые решения и все факторы, влияющие на приоритеты решений, разбиваются на небольшие группы – кластеры; разработанная в методе анализа иерархий процедура парных сравнений даёт возможность определить приоритеты объектов для каждого кластера);

оценить противоречивость данных и минимизировать проблему (в методе анализа иерархий имеются процедуры согласования, позволяющие, в частности, выявлять наиболее противоречивые данные и наименее ясные участки проблемы);

провести синтез проблемы принятия решений (по специальному алгоритму рассчитывается итоговый рейтинг для каждого кластера, представляющий собой набор приоритетов альтернативных решений);

организовать обсуждение проблемы, способствующее достижению консенсуса (мнения участников обсуждения могут рассматриваться в качестве возможных решений);

оценить важность учёта каждого решения и каждого фактора, оказывающих влияние на приоритеты решений;

оценить устойчивость принимаемого решения.

Сущность метода анализа иерархий заключается в декомпозиции любой проблемы на более простые составляющие и оценке влияния отдельных факторов более низкого уровня на вершину – общую цель.

На начальном этапе проблема изображается в виде иерархической

структуры, состоящей из нескольких уровней: цели (фокуса иерархии), критериев (общих и частных) и альтернатив. В качестве элементов одного из уровней иерархии также могут выступать акторы – действующие лица, способные влиять на желаемое будущее.

Пример: сравнение ЭБС 1 и ЭБС 2, выбираемых для вуза по трём критериям: стоимости, соответствия дисциплинам вуза и условиям доступа (рис. 1). Условия примера предполагают, что обе ЭБС предлагают равные условия доступа, но ЭБС 1 предпочтительнее по стоимости доступа, а ЭБС 2 более соответствует дисциплинам вуза.

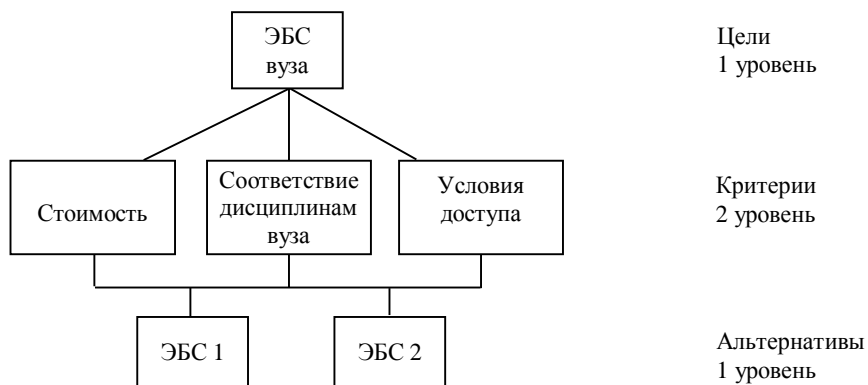


Рис. 1. Иерархия выбора ЭБС вуза

В первую очередь необходимо определить «степень влияния» элементов второго уровня (критериев) на элемент первого уровня – цель, т.е. расставить приоритеты и определить, какой из представленных критериев является более весомым при принятии решения о выборе ЭБС.

Сравнивая попарно элементы второго уровня (например «стоимость» и «соответствие дисциплинам вуза»), эксперт или лицо, принимающее решение, отвечает на вопрос: «Насколько важнее стоимость ЭБС по отношению к степени соответствия ЭБС дисциплинам вуза?»

На основании сделанных выводов по Шкале относительной важности, предложенной Т. Саати, определяется числовой эквивалент суждения. Психологический предел шкалы относительной важности 7 ± 2 основывается на свойствах людей проводить качественные разграничения между пятью определениями: равный, слабый, сильный, очень сильный и абсолютный.

Полученные значения заносятся в таблицу и могут быть представлены в виде матрицы – массива чисел прямоугольной формы, каждый столбец или каждая строка которой является вектором (рис. 2).

ЭБС	E_1	E_2	...	E_n
E_1				
E_2				
⋮				
E_n				

Рис. 2. Матрица парных сравнений (матрица приоритетов)

Сравнение критериев всегда осуществляется для действия или объекта, стоящего в левом столбце, по отношению к действию или объекту – в верхней строке. Таким образом, создаётся матрица парных сравнений, или матрица приоритетов.

Количество суждений, требующихся для формирования каждой квадратной матрицы парных сравнений –

$$E = (a_{ij}),$$

где E_1, E_2, \dots, E_n – множество из n элементов иерархии,

a_{ij} – соотношение весов соответствующих факторов, подчинённое равенству $n(n-1)/2$ (n – порядок матрицы парных сравнений).

При сравнении, в случае доминирования элемента E_1 над E_2 (предпочтение элемента E_1 элементу E_2), в клетку, соответствующую строке E_1 и столбцу E_2 , записывается целое число, а в клетку, соответствующую строке E_2 и столбцу E_1 , – обратное к нему число (дробное). В противном случае клетка, соответствующая строке E_1 и столбцу E_2 , будет содержать дробное число, а соответствующая строке E_2 и столбцу E_1 , – целое.

Матрица $E = (a_{ij})$ обладает свойством обратной симметричности, т.е. $a_{ij} = 1/a_{ji}$ и является положительной матрицей, для которой выполняется условие $a_{ij} = 1/a_{ji} > 0$.

На основе матрицы парных сравнений определяется вектор приоритетов, т.е. вычисляется главный собственный вектор, который после нормализации – преобразования его в параллельный вектор, имеющий то же направление, но с длиной, равной единице, – становится вектором приоритетов. Расчёт может быть произведён четырьмя различными способами, представленными далее.

«1. Суммировать элементы каждой строки и нормализовать делением каждой суммы на сумму всех элементов; сумма полученных результатов будет равна единице [3, 5]. Первый элемент результирующего вектора будет приоритетом первого объекта, второй – второго объекта и т.д.

2. Суммировать элементы каждого столбца и получить обратные величины этих сумм. Нормализовать их так, чтобы их сумма равнялась единице, разделить каждую обратную величину на сумму всех обратных величин.

3. Разделить элементы каждого столбца на сумму элементов этого столбца (т.е. нормализовать столбец), затем сложить элементы каждой полученной строки и разделить эту сумму на число элементов строки. Это – процесс усреднения по нормализованным столбцам.

4. Умножить n элементов каждой строки и извлечь корень n -й степени. Нормализовать полученные числа».

Каждый последующий способ повышает точность вычислений, но при этом усложняются сами расчёты.

Первоначально необходимо построить матрицу приоритетов и взвесить каждый критерий, т.е. определить его значимость по отношению к другим критериям. Наиболее важный критерий – «стоимость», далее – «соответствие дисциплинам» и «условия доступа» (табл. 1).

Таблица 1

Матрица парных сравнений (матрица приоритетов)

Критерий	Стоимость	Соответствие дисциплинам	Условия доступа	Σ по строке	Вектор приоритетов
Стоимость	1	2	3	6	0,530
Соответствие дисциплинам	1/2	1	2	3,5	0,309
Условия доступа	1/3	1/2	1	1,83	0,162
Σ по столбцу	1,83	3,5	6	11,33	

Весовые коэффициенты, определяемые на основании экспертных суждений или суждений лица, принимающего решения, могут быть подвержены погрешностям измерений, которые в свою очередь приведут к несогла-

сованным выводам. Проверить информацию о степени нарушения численной ($a_{ik}a_{kj} = a_{ij}$) и транзитивной (порядковой) согласованности информации возможно с помощью так называемых индекса согласованности (ИС), или индекса однородности (ИО), и отношения согласованности (ОС). Вычисление индекса согласованности может быть произведено вручную.

По определению, условием согласования для положительной обратносимметричной матрицы является совпадение порядка матрицы и её наибольшего собственного значения:

$$\lambda_{max} = n (\lambda_{max}),$$

где λ_{max} – наибольшее собственное значение матрицы суждений;
 n – число сравниваемых элементов (порядок матрицы парных сравнений).

Последовательность вычисления ИС и ОС состоит из нескольких этапов: расчёт вектора приоритетов; подсчёт значения λ_{max} для каждой матрицы парных сравнений, учитывая, что для обратносимметричной матрицы $\lambda_{max} \geq n$;
вычисление ИС по формуле: $ИС = (\lambda_{max} - n)/(n - 1)$;
вычисление ОС по формуле: $ОС = ИС/М$ (ИО), где М (ИО) – средние значения индекса согласованности (индекса однородности), сгенерированные для случайных матриц разного порядка.

Величина ОС не должна превышать 10%, т.е. для матрицы парных сравнений должно выполняться условие $ОС \leq 0,1$; невыполнение его свидетельствует о нарушении участниками логических суждений при построении матрицы.

Результаты расчёта для табл. 1 свидетельствуют о согласованности матрицы (выводов).

$$\lambda_{max} = 3,0234$$

$$ИС = (3,0234 - 3) * (3 - 1) = 0,0468$$

$$М (ИО) = 0,58$$

$$ОС = 0,0468 / 0,58 = 0,081 < 0,1$$

Следующий этап – сравнение ЭБС 1 и ЭБС 2 по отношению к каждому из критериев.

Первый критерий – это стоимость. В данном случае предполагаем, что по стоимости ЭБС1 предпочтительнее (табл. 2).

Таблица 2

**Парные сравнения альтернатив
относительно критерия «стоимость»**

Стоимость	ЭБС1	ЭБС2	Σ по строке	Вектор приоритетов
ЭБС1	1	2	3	0,667
ЭБС2	1/2	1	1,5	0,333
Σ по столбцу	1,5	3	4,5	

$$\lambda_{\max} = 2,00049$$

$$\text{ИС} = (2,00049 - 2) * (2 - 1) = 0,00049$$

Предпочтение ЭБС 1 отражает нормализованный собственный вектор, который является вектором приоритетов.

Сравнение ЭБС по отношению к критерию «соответствие дисциплинам вуза» предполагает, что ЭБС 2 больше соответствует потребностям вуза (табл. 3).

Таблица 3

**Парные сравнения альтернатив
относительно критерия «Соответствие дисциплинам вуза»**

Соответствие дисциплинам	ЭБС1	ЭБС2	Σ по строке	Вектор приоритетов
ЭБС1	1	1/3	1,33	0,250
ЭБС2	3	1	4	0,750
Σ по столбцу	4	1,33	5,33	

$$\lambda_{\max} = 1,998$$

$$\text{ИС} = (1,998 - 2) * (2 - 1) = -0,0018$$

Отрицательное значение ИС получается в данном случае в силу близительности алгоритма вычислений. Парное сравнение обеих ЭБС в отношении третьего критерия наглядно показывает, что условия доступа у них равноценны.

**Парные сравнения альтернатив
относительно критерия «Условия доступа»**

Условия доступа	ЭБС1	ЭБС2	Σ по строке	Вектор приоритетов
ЭБС1	1	1	2	0,5
ЭБС2	1	1	2	0,5
Σ по столбцу	2	2	4	

$$\lambda_{\max} = 2$$

$$ИС = (2-2)*(2-1) = 0$$

Сравнение альтернатив относительно каждого критерия позволяет определить предпочтительный вариант ЭБС вуза.

Выбор приоритетного направления

	Стоимость	Соответствие дисциплинам	Условия доступа	Глобальные приоритеты
Вектор приоритетов критериев	0,530	0,309	0,162	
ЭБС1	0,667	0,250	0,5	0,5118
ЭБС2	0,333	0,750	0,5	0,4892

Таким образом, в приложении к поставленной задаче можно сделать вывод о том, что приоритетной ЭБС (с незначительным преимуществом) является ЭБС 1.

Метод анализа иерархий – полезный инструмент не только для выбора ЭБС: он может быть полезен для предварительной оценки и проверки правильности принятия решения в любой (конкретной) области библиотечной деятельности. Этот метод направлен на моделирование неструктурированных задач, позволяет учитывать мнение нескольких экспертов и сравнивать критерии, имеющие различные единицы измерения (когда сравнение по численному критерию невозможно).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Михайленко И. И. Создание межвузовской электронно-библиотечной системы / И. И. Михайленко // Науч. и техн. б-ки. – 2013. – № 4. – С. 52–59.
Mihaylenko I. I. Sozdanie mezhvuzovskoy elektronno-bibliotечноy sistemy / I. I. Mihaylenko // Nauch. i tehn. b-ki. – 2013. – № 4. – S. 52–59.

2. **Каплин Р.** ЭБС в библиотеках: опыт использования в цифрах / Р. Каплин // Унив. кн. – 2012. – № 11. – С. 27–31.

Kaplin R. *EBS v bibliotekah: opyt ispolzovaniya v tsifrah* / R. Kaplin // Univ. kn. – 2012. – № 11. – S. 27–31.

3. **Саати Т.** Принятие решений: метод анализа иерархий / Т. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 314 [1] с.

Saati T. *Prinyatie resheniy: metod analiza ierarhiy* / T. Saati ; per. s angl. R. G. Vachnadze. – Moskva : Radio i svyaz, 1993. – 314 [1] s.

4. **Осипов А. Л.** Экономико-математические методы в управлении : учеб.-метод. комплекс для дистанц. обучения / А. Л. Осипов, Е. А. Рапоцевич ; Рос. акад. гос. службы при Президенте Рос. Федерации, Сиб. акад. гос. службы. – Новосибирск, 2006. – 144 с.

Osipov A. L. *Ekonomiko-matematicheskie metody v upravlenii : ucheb.-metod. kompleks dlya distants. obucheniya* / A. L. Osipov, E. A. Rapotsevich ; Ros. akad. gos. sluzhby pri Prezidente Ros. Federatsii, Sib. akad. gos. sluzhby. – Novosibirsk, 2006. – 144 s.

5. **Саати Т.** Аналитическое планирование: организация систем / Т. Саати, К. Керис. – Москва : Радио и связь, 1991. – 224 с.

Saati T. *Analiticheskoe planirovanie: organizatsiya sistem* / T. Saati, K. Keris. – Moskva : Radio i svyaz, 1991. – 224 s.

Irina P. Medyankina, *Cand. Sci (Engineering), Assistant Prof., Economic Informatics Department, Novosibirsk State University of Economics and Management; Head, Use Services Department of Siberian Institute of Management (branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration);*

medjankina@sapa.nsk.su, i.p.medyankina@edu.nsuem.ru
office 406, 52/1 Kamenskaya str., Novosibirsk, 630099, Russian Federation

Leonid K. Bobrov, *Dr. (Engineering), Prof., Economic Informatics Department, Novosibirsk State University of Economics and Management;*

BOBROV@nsuem.ru

office 406, 52/1 Kamenskaya str., Novosibirsk, 630099, Russian Federation