УДК 681.518(075.8)

А.И. Исакова, А.М. Корилов, С.М. Левин

Многокритериальный выбор на основе матрицы критериев при оценке эффективности программного обеспечения информационных систем

Обсуждаются проблемы и методы многокритериального выбора на примере анализа эффективности программного обеспечения. Рассмотрены матрица критериев (приоритетов) и методы ее построения. Предложено применение матрицы критериев (приоритетов) для оценки эффективности программного обеспечения. Приведены результаты анализа аналогов программного обеспечения по учету и контролю договоров на предприятии с помощью матрицы приоритетов.

Ключевые слова: многокритериальный выбор, матрица критериев, коэффициенты веса, консенсуальный метод, программное обеспечение, информационные системы.

doi: 10.21293/1818-0442-2020-23-4-40-44

Известно, что успех любой компании зависит от того, какие решения принимают ее руководители. Можно положиться на интуицию, а можно использовать методики выбора и принятия решений, базирующиеся на теории систем и системном анализе и помогающие принимать взвешенные и обдуманные решения [1–3].

Кажущаяся очевидность приоритетов, полученная тем или иным методом, подчас бывает ошибочна. Это влечёт за собой ущербные решения, основанные на неверной идентификации каждого из принимаемых во внимание значимых факторов в их общей (совокупной) системе. Чтобы избежать ошибок такого рода и корректно определить весомость каждого важного параметра в реализации поставленной задачи и принимаемого решения, используются различные методы.

На практике современный руководитель для принятия управленческого решения может использовать широкий спектр методов и инструментов. Их обычно делят на качественные и количественные методы. Качественные методы именуются методами, которые используют, как правило, опыт специалистов-экспертов и интуиции [3]. К ним относятся такие методы, как коллективная генерация идей, дерево целей, мозговая атака, экспертные оценки, морфологические методы и т.д. Методы формализованного представления систем обычно называются количественными методами [3]. Применяются также комплексированные методы как комбинация нескольких методов, среди которых в большей степени используются графические методы и статистические. Хотя логические, лингвистические, семиотические, аналитические, теоретико-множественные методы также используются специалистами для принятия решений [2–4].

В данной статье основное внимание уделено матрице приоритетов (матрице критериев) – инструменту, который предоставляет возможность ранжирования полученной на основе матричных диаграмм или мозгового штурма данных в зависимости от степени их важности. Часто участники

процесса принятия решения обладают различными мнениями в отношении приоритетности данных, особенно когда отсутствуют объективные критерии оценки этих данных, тогда использование матрицы приоритетов – одно из возможных решений в данной ситуации.

Методы построения матрицы приоритетов

Ранее данный инструмент применялся при установлении приоритетов значимых числовых данных, выявленных в таблицах качества (матричных диаграммах) [1]. Со временем, по причинам своей простоты и практичности, область применения матрицы приоритетов расширилась. В наше время метод широко применяется в разных областях, включая управление качеством и стратегию развития организаций и предприятий.

Построение матрицы критериев, или матрицы приоритетов, – условно конечное звено в цепочке процессов, целью которых является определение степени важности данных и информации.

Построить матрицу можно тремя методами – аналитическим, матричным и консенсуальным. Основное отличие этих методов друг от друга – механизм установления рейтинговой шкалы, или баллов, с помощью которых оцениваются все элементы матрицы.

Для решения данной задачи формируется коллектив специалистов-экспертов, обладающих опытом групповой работы в рассматриваемой предметной области, для которой и создаётся матрица критериев. Они и определяют постановку цели и критерии, положенные в основу построения матрицы.

Далее начинается непосредственная работа с матрицей приоритетов – все выбранные критерии подлежат числовой оценке, потом отбрасываются неважные и несущественные. В конечном итоге каждый критерий получает свой рейтинг одним из трёх методов, указанных выше.

При применении *аналитического метода* построения матрицы приоритетов устанавливается шкала баллов для каждого ее элемента и каждому его значению присваивается определенный вес, со-

ответствующий важности (высокая – средняя – низкая). Этот метод следует применять при небольшом числе критериев (не более шести). Еще одно условие применения этого метода – полное согласие всех экспертов, которые участвуют в оценке, их число не должно быть более пяти человек. Если между экспертами не будет достигнуто единство мнений, это может привести к большим потерям.

L-матрица, получившая свое название ввиду ее формы представления, применяется в *матричном методе*. В этой матрице для определения взаимосвязи элементов двух списков и располагаются сравниваемые критерии. Далее попарно выполняется сравнение критериев, и те критерии, которые получили меньший рейтинг, больше не участвуют и отбрасываются. Если вес критериев, которые остались, по отношению друг к другу не удовлетворяют экспертов, то процедура сравнения повторяется, а сравниваемые списки становятся равнозначными друг к другу и еще происходит сравнение элементов между собой.

Суммарная групповая оценка индивидуального ранжирования положена в основу *консенсуального метода*. Условия применения этого метода – число экспертов более шести человек, наличие большого (от шести до пятнадцати) числа критериев и число ранжируемых данных находится в интервале от пяти до десяти элементов. Участники (эксперты) рассматриваемой предметной области распределяют между критериями конкретное число баллов. После этого каждый эксперт субъективно определяет определенное количество баллов из общего числа каждому элементу списка критериев. Затем подсчитывается итоговое число баллов, определенное экспертами каждому из критериев.

Далее рассмотрим применение матрицы критериев (матрицы приоритетов) на задаче выбора программного обеспечения (ПО) для информационной системы (ИС) предприятия и оценки эффективности ПО в ИС предприятия.

Применение матрицы критериев для оценки эффективности программного обеспечения

Первое впечатление от применения матрицы критериев – этот метод сложный, громоздкий для получения оперативного управленческого решения. Но в своём упрощённом варианте матрица результативна и проста в использовании [5].

На примере оценки эффективности любого программного обеспечения на предприятии можно рассмотреть, как консенсуальный метод построения матрицы критериев (матрицы приоритетов) работает на практике.

В рассматриваемом случае для сравнения аналогов программного продукта выбор важных критериев происходит с помощью субъективной оценки коллектива экспертов.

В группу экспертов, осуществляющих формирование критериев и их ранжирование, могут войти: руководитель предприятия, бухгалтер, экономист, менеджер, юрист, системный администратор,

а также программист, обслуживающий программное обеспечение (ПО).

Будущие пользователи системы определяют спектр значимых факторов, позднее трансформирующийся в список критериев – требований к самому программному продукту:

1. Стоимость покупки ПО и его дальнейшего сопровождения.

2. Удобство использования ПО – способность быть привлекательным (в плане удобства интерфейса) продуктом для пользователя в заданных условиях [6].

3. Удобство сопровождения ПО – уровень простоты тестирования ПО, его анализа, а также обслуживания программного обеспечения и последующей адаптации к новым условиям.

4. Надёжность ПО – способность программного обеспечения к безотказному выполнению определенных функций при заданных условиях в определенном периоде времени с высокой вероятностью безотказной работы [6].

5. Функциональность ПО – способность к выполнению набора функций, удовлетворяющих предполагаемые потребности пользователей.

6. Защищённость ПО – способность минимизации угроз несанкционированного чтения, копирования или изменения информации.

7. Изменяемость ПО – возможность внесения изменений в рассматриваемое ПО из-за возникших внутренних изменений у потребителей или внешних требований.

Используя принципы консенсуального метода, каждому из экспертов предоставляется определённое количество баллов (в нашем примере выберем семь баллов), которые они должны распределить между элементами отобранного списка критериев. Далее баллы суммируются по каждому критерию, в результате чего элементы списка имеют индивидуальные коэффициенты (коэффициенты веса, рис. 1).

Критерии	Коэффициент веса
Стоимость	5
Удобство использования	7
Удобство сопровождения	3
Надёжность	5
Функциональность	5
Защищённость	4
Изменяемость	6
Сумма баллов	35

Рис. 1. Коэффициенты веса

Поскольку количество критериев невелико (семь) и их значимость обязательна в оценке каждого продукта, то в данном случае сравниваются одинаковые списки (А и Б). После построения L-матрицы итоговые элементы списка (сумма баллов, коэффициент веса, итоговое значение) располагаются в крайних столбцах справа (рис. 2).

Каждый элемент критерия из списка А сравнивается со всеми элементами списка Б. Если критерий списка А существеннее критерия списка Б, то в

поле их пересечения ставится цифра 1, в противном случае – цифра 0. После заполнения матрицы (0 и 1) суммируются результаты в каждой строке и заполняется столбец «Сумма баллов». С помощью определенных ранее коэффициентов веса вычисляются итоговые значения веса или важности каждого из критериев.

		Список Б							Сумма баллов	Коэффициент веса	Итоговое значение
		Стоимость	Удобство использования	Удобство сопровождения	Надёжность	Функциональность	Защищённость	Изменяемость			
Список А	Стоимость	1	1	0	0	0	1	3	5	15	
	Удобство использования	0	1	0	0	0	1	2	7	14	
	Удобство сопровождения	0	0	0	0	0	1	1	3	3	
	Надёжность	1	1	1	0	1	0	4	5	20	
	Функциональность	1	1	1	1	1	0	5	5	25	
	Защищённость	1	1	1	0	0	0	3	4	12	
	Изменяемость	0	0	1	1	1	1	3	6	18	

Рис. 2. Матрица критериев

На рис. 3 представлен список критериев, построенный в порядке их приоритетности.

Индекс приоритета	Критерии	Итоговый вес в баллах
1	Функциональность	25
2	Надёжность	20
3	Изменяемость	18
4	Стоимость	15
5	Удобство использования	14
6	Защищённость	12
7	Удобство сопровождения	3
Суммарное значение		107

Рис. 3. Результирующий список критериев

Понятно, что приоритеты выбранных критериев установлены субъективно. Может возникнуть вопрос, почему, например, «Стоимость» имеет пятнадцать баллов, а «Удобство сопровождения» – всего три?

Ресурсно-ориентированный подход [7] к оценке ПО нацелен на сокращение объема ручного труда и возможных ошибок, возникающих при адаптации ПО к изменяющимся требованиям внешней среды и пользователей данного программного продукта. В итоге такие критерии, как функциональность, надёжность и изменяемость ПО, получили более высокие баллы, чем стоимость. Но стоимость для любого предприятия является значимым критерием, поэтому ей нашлось место в середине полученного списка критериев. Удобство использования и защищённость в данной ситуации оценены меньше, а критерий «Изменяемость», имеющий восемнадцать баллов, дает возможность изменять программный продукт в период эксплуатации на основании возникших замечаний пользователей, полученных в процессе опытной эксплуатации ПО [7].

Анализ аналогов программного обеспечения по учету и контролю договоров на предприятии с помощью матрицы приоритетов

Анализ аналогов ПО с помощью матрицы критериев выполним на примере анализа информационных систем (ИС) учета и контроля договоров на предприятиях [8–15].

Матрица критериев при оценке аналогов программного обеспечения в рассматриваемой предметной области, касающейся автоматизации учёта договоров, применялась следующим образом.

Каждый из отобранных программных продуктов должен быть оценен по каждому критерию. Если рассматриваемое ПО обладало в достаточной степени (по мнению экспертов) требуемым качеством, то данному критерию присваивалось значение 1, в противном случае – значение 0. Например, почти у всех рассмотренных ПО критерий «Стоимость» имеет значение 0, так как ПО имеет достаточно высокую собственную стоимость. Например, программа «Юрайт: Согласования и договоры» от ООО «Юрайт» (1С и Битрикс) – 147 000 руб. Система «Управление договорами» от ООО «РКИТ». – 400 тыс. руб. Кроме того, рассматриваемые программные продукты могут иметь дополнительную косвенную стоимость, если ПО разработано как дополнительный модуль к основному ПО, например на платформе 1С.

Таким образом, для использования требуемых модулей ПО необходимо приобретение основного ПО, что влечёт добавочные затраты.

С другой стороны, критерий «Функциональность» у большинства рассматриваемых программ имеет значение 1, поскольку эти ПО способны выполнять набор основных функций, требуемых заказчику.

На рис. 4 показаны результаты первого шага предлагаемой методики оценки аналогов программного обеспечения.

	Стоимость	Удобство использования	Удобство сопровождения	Надёжность	Функциональность	Защищённость	Изменяемость
Вес критерия в баллах	15	14	3	20	25	12	18
ARAX GROUP	0	0	0	1	1	0	0
Мой Склад	0	0	1	1	0	0	0
Респект»	0	0	0	1	1	1	0
СІТЕСК ECOS	0	1	1	0	1	0	0
Класс365	1	0	0	0	1	0	0
Договор Партнер	0	1	1	1	0	1	0
Согласования и договоры	0	0	1	0	1	0	0
РКИТ	0	1	0	1	1	1	0

Рис. 4. Представление оценки аналогов по соответствию требуемым критериям

Как было показано выше, каждый из критериев имеет свой вес в баллах. Очевидно, что для предприятия критерии надёжности и функциональности не равноценны (см. рис. 3). Поэтому на втором шаге поля матрицы умножаются на числовое значение

веса каждого критерия. В результате конечная оценка в баллах по каждому рассматриваемому ПО имеет вид, представленный на рис. 5. Сумма общего веса критериев в баллах равна 107 (см. рис. 3).

Аналоги программного обеспечения	Стоимость		Удобство использования	Удобство сопровождения	Надёжность	Функциональность	Защищённость	Изменяемость	Итоговое значение
ARAX GROUP	0	0	0	20	25	0	0	0	45
Мой Склад	0	0	3	20	0	0	0	0	23
Респект»	0	0	0	20	25	12	0	0	57
CITECK ECOS	0	14	3	0	25	0	0	0	42
Класс365	15	0	0	0	25	0	0	0	40
Договор Партнер	0	14	3	20	0	12	0	0	49
Согласования и договоры	0	0	3	0	25	0	0	0	28
РКИТ	0	14	0	20	25	12	0	0	71

Рис. 5. Представление конечной оценки аналогов

Ни один из рассматриваемых аналогов программного обеспечения не набрал даже половины, кроме программы «Респект: Учёт договоров» (57 баллов). Ей и было отдано предпочтение.

Отметим, что согласно оценке коллектива экспертов для получения требуемого результата необходимы все-таки разработка и создание собственной информационной системы, учитывающей специфику хозяйственной деятельности и документооборота предприятия, требования к функциональности и критерии, предъявляемые экспертами.

Заключение

По сравнению с другими методами ранжирования матрица критериев (приоритетов) предоставляет возможность для объективной оценки значимости данных и установления величины этой значимости.

Вместе с тем следует отметить и недостаток описанного инструмента оценки качества программных продуктов – он достаточно трудоемкий, особенно в случае необходимости проведения ранжирования большого числа данных и по большому числу критериев.

Очень часто взвешенные оценки не совпадают с предубеждением разработчика о том, какой из вариантов является «лучшим». И это хорошо! Матрица критериев позволяет реально сравнить варианты без субъективной предвзятости разработчика в отношении какого-либо варианта. Это помогает руководителям в принятии решений. Тот факт, что каждый оценочный критерий предварительно взвешивается, позволяет провести объективный, непредвзятый анализ и выяснить, насколько хорошо каждый вариант конструкции соответствует тому, что является наиболее важным для компании. Результаты редко получаются некорректными (кроме случаев, когда вес или оценки подгоняет сам эксперт, предвзято подходя к оценке с самого начала процесса).

Основные выводы по использованию матрицы критериев при оценке ПО:

– можно использовать неограниченное количество критериев;

– критерии должны иметь разный вес в зависимости от их значимости, который определяют эксперты;

– часто результаты матрицы отличаются от тех, которые казались интуитивно верными. Это заставляет внимательнее оценить альтернативы.

С помощью матрицы критериев можно определить несколько лидеров для дальнейшего использования или сделать вывод, что ни один из рассматриваемых вариантов полностью не удовлетворяет группу экспертов.

Литература

1. Бобрышев А.Д. Применение современных управленческих инструментов при внедрении новаций на промышленных предприятиях / А.Д. Бобрышев, Е.С. Панова (Зенова). – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 152 с.
2. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2017. – 322 с.
3. Кориков А.М. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / А.М. Кориков, С.Н. Павлов. – Томск: Том. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2008. – 264 с.
4. Орлов А.И. Методы принятия управленческих решений: учеб. / А.И. Орлов. – М.: КНОРУС, 2018. – 286 с.
5. Amitava Mitra. Fundamentals of Quality Control and Improvement. – Third Edition. – John Wiley & Sons, 2008. – 816 p.
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов. – М.: Стандартинформ, 2015. – 29 с.
7. Джексон Т. Хосин. Как заставить стратегию работать: пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 248 с.
8. Ведение договоров от ARAX GROUP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.araxgroup.ru/opdog/Glava2/vozmogn.htm>, свободный (дата обращения: 20.10.2020).
9. Программа «Мой Склад» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.moysklad.ru/programmy-dlja-biznesa/programma-dlja-ucheta-dogovorov/>, свободный (дата обращения: 18.10.2020).
10. Программа «Респект: Учёт договоров» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dogovorurn.ru/product>, свободный (дата обращения: 20.11.2020).
11. Система управления договорами «CITECK» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.citeck.ru/solutions/citeck-ecos-contract-management/>, свободный (дата обращения: 28.10.2020).
12. Программа для учета договоров в организации «Класс365» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://class365.ru/programma-dlya-ucheta-dogovorov/>, свободный (дата обращения: 11.11.2020).
13. Программа «Договор Партнер» от компании «РП Интеграция» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dogovorpартнер.ru>, свободный (дата обращения: 21.11.2020).

14. Программа «Юрайт: Согласования и договоры» от ООО «Юрайт» (1С и Битрикс) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://you-right.ru/soglasovaniya-i-dogovory>, свободный (дата обращения: 22.11.2020).

15. Система «Управление договорами» от ООО «РКИТ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rkit.ru/upravlenie-dogovorami/>, свободный (дата обращения: 23.11.2020).

Исакова Анна Ивановна

Канд. техн. наук, доцент каф. АСУ ТУСУРа
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7-923-408-53-88
Эл. почта: iai2@yandex.ru

Кориков Анатолий Михайлович

Д-р техн. наук, профессор каф. АСУ ТУСУРа,
вед. науч. сотр. Томского ф-ла
Института вычислительных технологий СО РАН
Ленина пр-т, д. 40, г. Томск, Россия, 634050
Тел.: +7 (382-2) 41-42-79
Эл. почта: korikov@asu.tusur.ru

Левин Семен Михайлович

Канд. юрид. наук, аналитик ООО «ЛЕМА ГРУПП»
Авангардная ул., д. 18, г. Москва, 125493
Тел.: +7-903-208-77-21
Эл. почта: 2087721@gmail.com, sss@pgtu.bpla.ru

Isakova A.I., Korikov A.M., Levin S.M.

Multicriteria choice based on a matrix of criteria in assessing the software efficiency of information systems

The problems and methods of multicriteria selection are discussed using the example of software efficiency analysis. The matrix of criteria (priorities) and methods of its construction are considered. The application of a matrix of criteria (priorities) for evaluating the effectiveness of software is proposed. The analysis results for the analogues of software to account and control contracts at an enterprise using a priority matrix are presented.

Keywords: multicriteria choice, criteria matrix, weight coefficients, consensual method, software, information systems.

doi: 10.21293/1818-0442-2020-23-4-40-44

References

1. Bobryshev A.D. *Application of modern management tools when introducing innovations at industrial enterprises*. Moscow; Berlin, Direct-Media, 2016, 152 p. (in Russ.).
2. Tarasenko F.P. *Applied Systems Analysis: Study Guide*, 2nd ed., Revised and enlarged. Moscow, KNORUS, 2017, 322 p. (in Russ.).
3. Korikov A.M. *System theory and system analysis: textbook*. Tutorial. Tomsk, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2008, 264 p. (in Russ.).
4. Orlov A.I. *Methods for making managerial decisions: textbook*. Moscow, KNORUS, 2018, 286 p. (in Russ.).
5. Amitava Mitra. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*, Third Edition. John Wiley & Sons, 2008, 816 p.

6. *GOST R ISO / IEC 25010–2015 System and software engineering. Requirements and quality assessment of systems and software (SQuaRE). Models of the quality of systems and software products*. Moscow, Standartinfo, 2015, 29 p. (in Russ.).

7. Jackson Th. Hoshin. *How to make the strategy work*. Trans. from English. Moscow, Institute for Complex Strategic Research, 2008, 248 p. (in Russ.).

8. Maintenance of contracts from ARAX GROUP. Available at: <http://www.araxgroup.ru/opdog/Glava2/voz-mozn.htm> (Accessed: October 20, 2020) (in Russ.).

9. Program «My Warehouse». Available at: <https://www.moysklad.ru/programmy-dlja-biznesa/programma-dlja-ucheta-dogovorov> (Accessed: October 18, 2020) (in Russ.).

10. Program «Respect: Accounting for contracts». Available at: <https://dogovor.ru/product> (Accessed: October 20, 2020) (in Russ.).

11. System «Contract Management System». Available at: <https://www.citeck.ru/solutions/citeck-ecos-contract-management> (Accessed: October 20, 2020) (in Russ.).

12. Program «Class365» from Business.Ru. Cloud data storage. Available at: <https://class365.ru/programma-dlya-ucheta-dogovorov> (Accessed: October 22, 2020) (in Russ.).

13. Program «Agreement Partner» from the company «RP Integration». Available at: <https://dogovorpартнер.ru> (Accessed: October 21, 2020) (in Russ.).

14. Program «Yurayt: Approvals and contracts» from ООО Yurayt (1C and Bitrix). Available at: <https://you-right.ru/soglasovaniya-i-dogovory> (Accessed: October 22, 2020) (in Russ.).

15. System «Contract Management» from LLC «RCIT2». Available at: <https://rkit.ru/upravlenie-dogovorami> (Accessed: October 23, 2020) (in Russ.).

Anna I. Isakova

Associate Professor,
Department of Automated Control Systems
Tomsk State University of Control System
and Radioelectronics (TUSUR)
40, Lenin pr., Tomsk, Russian Federation, 634050
Phone: +7-923-408-53-88
Email: iai2@yandex.ru

Anatoly M. Korikov

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head,
Department of Automated Control Systems TUSUR
40, Lenin pr., Tomsk, Russian Federation, 634050
Leading Researcher at Tomsk Branch of the Institute
of Computing Technologies SB RAS
Phone: +7 (382-2) 41-42-79
Email: korikov@asu.tusur.ru

Semen M. Levin

Candidate of Law Sciences
Analyst of «LEMA GROUP» LLC
Avangardnaya st., 18, Moscow, 125493
Phone: +7-903-208-77-21
Email: 2087721@gmail.com, sss@pgtu.bpla.ru