

Задачи многокритериального ранжирования и выбора альтернатив имеют широкое прикладное значение [1]. Для многих таких задач ведущими мотивами принятия решений являются предпочтения людей, а среди критериев принятия решений доминирующую роль играют качественные критерии, которые сложно оценивать в количественном виде. Примерами таких задач являются управление рисками информационной безопасности и выбор средств защиты для определенного объекта [2,3,4,5]. При решении подобных задач достаточную эффективность показал метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Саати [6,7,8]. Идея МАИ заключается в построении многоуровневой иерархии путем декомпозиции сложных событий на составные элементы, факторы, и разнесения их по различным уровням иерархии, одновременно идентифицируя величину связи между ними. Центральный вопрос, который исследуется в МАИ: насколько сильно влияют отдельные факторы самого низкого уровня иерархии на ее вершину - общую цель. Для получения ответа на данный вопрос на каждом уровне иерархии эксперт производит всевозможные парные сравнения объектов по отношению к элементам более высокого уровня иерархии на качественной шкале из 9 градаций, представленной в табл. 1. Обозначим результат сравнения элементов i и j иерархии на качественной шкале через a_{ij} . В результате всевозможных парных сравнений формируется матрица парных сравнений A , обладающая следующими свойствами: - Диагональными элементами являются единицы. - Если $a_{ij} = x$, то $a_{ji} = 1/x$. Т.Саати показал, что для того, чтобы получить приоритеты исследуемых элементов по отношению к элементу более высокого уровня иерархии, необходимо найти собственный вектор матрицы парных сравнений, соответствующий ее максимальному собственному значению. Данный собственный вектор и будет являться вектором приоритетов. Существует численный метод определения собственного вектора матрицы парных сравнений [6,7].

Таблица 1 - Качественная шкала Т. Саати

Качественная оценка	Объяснения
1	Элементы равны по значимости
3	Существуют показания о предпочтении одного элемента другому, но показания неубедительные
5	Существуют хорошие доказательства и логические критерии, которые могут показать, что элемент более важен
7	Существует очевидное доказательство большой значимости одного элемента перед другим
9	Абсолютно значимее
2,4,6,8	Промежуточные оценки между соседними

Пусть $A = (a_{ij})$ - матрица парных сравнений элементов. Тогда для вычисления приоритетов важности элементов выполняют следующие действия.

1. Для каждой i -ой строки матрицы A вычисляют среднее геометрическое значение
2. Элементы вектора $a = (a_1, \dots, a_s)$ нормируют таким образом, чтобы $\sum_{i=1}^s a_i = 1$. Для этого формируют нормированный вектор $d = (d_1, \dots, d_i, \dots, d_s)$.
3. Для каждого столбца j матрицы A вычисляется сумма его элементов $\sum_{i=1}^s a_{ij}$.
4. Находится

максимальное собственное число матрицы парных сравнений согласно выражению . 5. Произвольно составленная матрица парных сравнений не может быть использована для вычисления вектора приоритетов. Метод анализа иерархий определяет способ определения согласованности оценок эксперта путем расчета индекса согласованности (ИС) и отношения согласованности (ОС) следующим образом: где CC - индекс случайной согласованности, зависящий от порядка матрицы. 6. Если $ОС \leq 0.15$, то составленная матрица парных сравнений A приемлемо согласованна, а вектор $d=(d_1,...,d_i,...,d_s)$ является вектором приоритетов B [6,7] определен также способ расчета приоритетов альтернатив в случае многокритериального выбора, а также для многоуровневых иерархий (число уровней больше 3). Рассмотрим решение задачи многокритериального выбора антивирусных продуктов для некоего предприятия с помощью метода анализа иерархий. Задача сравнительного анализа антивирусных систем решалась в различных работах [9], однако исследований относительно перечня критериев производилось недостаточно. Будем осуществлять выбор среди следующих шести антивирусных продуктов: - = Kaspersky Endpoint Security; - = Dr.Web Enterprise Suite; - = Symantec Protection Suite Small Business Edition; - = ESET Endpoint Antivirus; - = Panda Security for Business; - = Avast! Endpoint Protection. В качестве критериев выбора антивирусных продуктов будет использовать следующие: - = «Полнота идентифицируемых видов угроз»; - = «Качество обнаружения угроз»; - = «Величина влияния на производительность системы»; - = «Полнота необходимых средств управления и удобство их использования»; - = «Качество построения отчетов»; - = «Качество администрирования»; - = «Контроль конфигурации»; - = «Качество реализации механизма обновления»; - = «Масштабируемость»; - = «Полнота поддержки средств архивирования»; - = «Приемлемость цены». Для выбора наиболее предпочтительного антивирусного продукта на первом шаге строится трехуровневая иерархия, представленная на рис. 1. Рис. 1 - Иерархия выбора наилучшего антивирусного продукта На первом уровне иерархии представлена цель - выбор наилучшего антивирусного продукта. На втором уровне иерархии представлены 11 критериев выбора антивирусных продуктов. Данные критерии являются неравнозначными, например, «Цена» может иметь меньший приоритет по сравнению с рядом функциональных критериев. На третьем уровне иерархии представлены 6 исследуемых антивирусных продуктов. Данные антивирусные продукты могут иметь различные приоритеты по отношению к различным критериям. На втором шаге определяются веса важности критериев. Это осуществляется путем реализации всевозможных парных сравнений критериев на качественной шкале (таблица 1) и обработки получившейся матрицы парных сравнений. В таблице 2 представлены веса важности критериев, полученные в результате выполнения шага 2. Таблица 2 - Веса важности критериев

Критерий	Вес важности
Полнота идентифицируемых видов угроз	0.11
Качество обнаружения угроз	0.15
Величина влияния на производительность системы	0.29
Полнота необходимых средств управления и удобство их использования	0.13
Качество построения отчетов	0.02
Качество администрирования	0.02
Контроль конфигурации	0.09
Качество реализации механизма обновления	0.05
Масштабируемость	0.06
Полнота поддержки средств архивирования	
Приемлемость цены	

0.05 0.03 На третьем шаге определяются приоритеты антивирусных продуктов $C_1 - C_6$ по отношению к каждому из 11 критериев. Для этого эксперт выполняет их всевозможные парные сравнения на качественной шкале. Для каждого из критериев K_t путем обработки матрицы парных сравнений формируется вектор весовых коэффициентов. Объединив векторы весовых коэффициентов по каждому из критериев, мы получим полную матрицу приоритетов антивирусных продуктов размерности 6×11 в следующем виде: Полученная на данном шаге матрица приоритетов представлена ниже: На четвертом шаге определяется итоговый вектор приоритетов антивирусных продуктов в следующем виде: В нашем случае Ранжирование антивирусных продуктов и выбор наиболее предпочтительного из них осуществляется в соответствии с их приоритетами w_i . Наилучший антивирусный продукт C_k выбирается в соответствии с правилом: . В нашем случае наилучшим антивирусным продуктом для предприятия является продукт Symantec.