

**ЦИФРОВИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ РАЗВИТИЯ  
ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
«ANALYTIC HIERARCHY PROCESS»**

Метод анализа иерархий (analytic hierarchy process, АНР) выступает управленческим инструментом развития организации, обеспечивая структурированный подход к принятию решений в условиях многокритериальности и неопределенности. Его применение в цифровом менеджменте организации демонстрирует эффективность.

Первоначальной версией АНР является аддитивный метод аналитической иерархии, разработанный Томасом Саати [1], позже был разработан мультипликативный метод АНР с усовершенствованным математическим аппаратом [2].

АНР предполагает иерархическое воспроизведение проблемы выбора: верхний уровень (1 уровень) – проблема принятия решения, следующий уровень (2 уровень) – это критерии по которым осуществляется выбор альтернативы, 3 уровень и следующие за ним (количество уровней определяется сложностью решения) – альтернативы, из которых выбирается наилучшая при заданных критериях.

Математическая модель АНР использует методы оценивания, основанные на парном сравнении критериев и альтернатив, и предполагает использование вербальной шкалы относительной важности критериев и одной альтернативы над другой по критериям [1].

Пусть  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – совокупность сравниваемых элементов. Количественные суждения о паре элементов ( $A_i$  и  $A_j$ ) представляются матрицей размера  $n \times n$  (где  $n$  – число сравниваемых элементов):

$$A = \{ a_{ij} \}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$

Причем, если  $a_{ij} = \alpha$ , то  $a_{ji} = 1/\alpha$ ,  $\alpha \neq 0$ . А если суждения таковы, что  $A_i$  имеет одинаковую с  $A_j$  относительную важность, то  $a_{ij} = a_{ji} = 1$ .

Результаты сравнения представляют собой матрицу парных сравнений, которая с помощью математического аппарата переводится в количественные показатели привлекательности каждой альтернативы:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/a_{12} & \dots & 1/a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & 1/a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Заданные альтернативы сравниваются по каждому критерию отдельно, таким образом, получается количество матриц, равное числу критериев. Элементом матрицы является количественное значение уровня важности альтернативы  $i$  относительно альтернативы  $j$  под влиянием критерия, полученное по шкале отношений [1].

В результате обработки матриц парных сравнений рассчитываются коэффициенты важности элементов иерархии, определяется множество векторов приоритетов элементов для элементов каждого уровня. Затем производится линейная свертка по каждой альтернативе, рассчитывается комбинированный весовой коэффициент и определяется весовое превосходство альтернативы (по максимальному глобальному приоритету).

На рисунке представлена укрупненная блок-схема алгоритма разработки программного обеспечения (ПО) для принятия управленческих решений на основе математической модели «analytic hierarchy process».

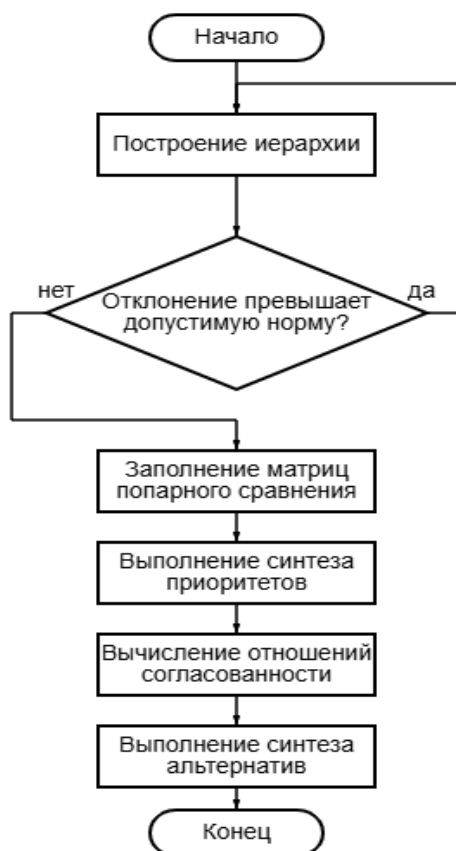


Рисунок 1 – Блок-схема разработки ПО

Блок-схема отображает алгоритм разработки ПО АНР в виде последовательности связанных между собой функциональных блоков, каждый из которых соответствует выполнению одного или нескольких действий.

Нами разработано ПО для АНР в кроссплатформенной среде Unity [3]. Unity даёт возможность разработчикам создавать проекты на языке C#. Разработанное ПО может применяться для практической реализации и интеграция АНР в цифровую экосистему управления организацией с целью иерархического моделирования задач и принятия многокритериальных и многоэкспертных решений. Использование ПО позволяет обеспечить программную визуализацию задачи для обоснования принятия решений и безошибочно анализировать большое количество табличных данных за ограниченное время.

Результаты АНР характеризуются объективностью, так как в методике снижение субъективности происходит через парные сравнения всего множества альтернатив и проверку согласованности. Математическая модель АНР отличается адаптивностью и совместимостью с другими методами и цифровыми инструментами. для успешного использования управленческих инструментов развития организации следует интегрировать МАИ в системы поддержки принятия решений, обеспечивать экспертизу и использовать современное ПО для расчетов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 p.

2 Баркалов С.А., Карпович М.А., Моисеев С.И. Метод анализа иерархий: подход, основанный на теории латентных переменных // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2022. Т. 22, № 2. С. 58–66.

3 Разработать институциональные механизмы и инструментарий государственного регулирования для становления и развития цифровой экономики, обеспечивающие национальную безопасность и создающие условия для развития интеграционных процессов в ЕАЭС: отчет о НИР (заключительный) / Белорус. гос. технол. ун-т; рук. И. В. Новикова. Минск, 2025. 215 с. № ГР 20211617.