

УДК 621.391

**М.С. Трофимова, С.М. Трофимов**Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексева, Нижний Новгород, Россия**ОБЗОР МЕТОДОВ И МЕТОДИК СИСТЕМНОГО  
АНАЛИЗА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УПРАВЛЕНИЮ  
КАЧЕСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Одной из ключевых проблем, возникающих при проведении научных исследований на начальном этапе, является проблема выбора методов, методик и методологий, которые можно применить в своей работе. В настоящее время системный подход становится научной основой и базовой методологией современного менеджера. Усложнение взаимосвязей, мотиваций людей, влияние научно-технического прогресса – все эти процессы делают организации все более сложной системой. Системный подход дает другое видение эффективности функционирования организационных систем. Становится понятным важность взаимодействия между структурами системы. В ходе решения сложных проблем при управлении производством широко используется не только понятие «системный подход», но и «системный анализ», включающее применение методов и моделей теории систем для практических её приложений к задачам управления и являющееся наиболее конструктивным из направлений системных исследований. Важная функция системного анализа – работа с целями, исследование факторов, влияющих на цель, формулирование, структуризация или декомпозиция обобщающей цели. В данной статье системный анализ представлен как методологический инструмент в области управления качеством предприятия, приведены классификации различных методов и методик системного анализа, которые широко применяются при анализе деятельности предприятия и управлении системой менеджмента качества предприятия. Подробно рассмотрены методы типа «дерево целей», графические методы, методы экспертных оценок, методы типа «Дельфи», методы организации сложных экспертиз, структуризации и статистического анализа, а также основные шаги выполнения этих методов. Определены ключевые критерии формирования качества системного анализа, а именно: качество соблюдения процедур системного анализа, срочность и экономичность.

**Ключевые слова:** системный подход, системный анализ, метод, методика, методология, управление качеством, эффективность.

**M.S. Trofimova, S.M. Trofimov**Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,  
Nizhny Novgorod, Russia**THE REVIEW OF METHODS AND TECHNIQUES  
OF THE SYSTEMS ANALYSIS IN RELATION TO MANAGEMENT  
QUALITY OF THE ENTERPRISE**

One of the key problems arising when carrying out scientific researches at the initial stage is the problem of a choice of methods, techniques and methodologies which can be applied in the work. Now system approach becomes a scientific basis and basic methodology of the modern manager. Complication

of interrelations, motivations of people, influence of scientific and technical progress – all these processes do the organizations by more and more difficult system. The increasing complexity of relationships, motivating people, the impact of scientific and technological progress - all of these processes make the organization more complex system. The systems approach provides a different vision of efficiency of functioning of organizational systems. It becomes clear the importance of interaction between the structures of the system. In the course of solving complex problems in the management of production is widely used not only to the concept of "systematic approach" and "systematic analysis", dealing with the application of methods and models of systems theory to practice its application to control problems is the most constructive direction systems research. An important function of the system analysis - work with objectives, the study of factors affecting the target formulation, structuring and decomposition of generalizing purpose. System approach gives other vision of efficiency of functioning of organizational systems. There is clear an importance of interaction between structures of system. The system analysis is presented in this article as the methodological tool in the field of quality management of the enterprise, classifications of various methods and techniques of the system analysis which are widely applied in the analysis of activity of the enterprise and management of quality management system of the enterprise are given. Key criteria of formation of quality of the system analysis are defined. Considered in detail the methods of the "tree of objectives", graphical methods, methods of expert assessments, methods such as "Delphi" methods of organizing complex examinations, structuring and statistical analysis, as well as perform the basic steps of these methods. It identified key criteria for the formation of the quality system analysis, namely: the quality of the procedures of the system analysis, urgency and cost effective-ness.

**Keywords:** system approach, system analysis, method, technique, methodology, quality management, efficiency.

Любая научная и исследовательская деятельность проводится на базе определенных методов (приемов или способов действия), методик (совокупности методов и приемов проведения какой-либо работы) и методологий (совокупности методов, правил распределения и назначения методов, а также шагов работы и их последовательности). При написании научно-практической или диссертационной работы практически каждый сталкивается с проблемой выбора методов, методик и методологий, которые можно применить в сфере его исследований и которые помогут в достижении поставленных целей. В данной статье будут рассмотрены методы и методики системного анализа, применимые при управлении качеством предприятия.

Цель статьи – получение обзора методов и методик системного анализа, которые можно применять при управлении качеством предприятия.

Задачи исследования:

1. Анализ применения системного подхода при управлении предприятием;
2. Изучение термина «системный анализ» как инструмента принятия решений и методологии системного анализа;
3. Анализ применения системного анализа в управлении качеством, методов и методик системного анализа;
4. Изучение критериев оценки качества системного анализа.

Системный подход в управлении сложными системами. Современный менеджмент сегодня – это система идей и приемов эффективного построения и управления предприятием-организацией. В этой системе не может быть жестких схем, универсальных рецептов и четко сформулированных правил. В этой парадигме отражаются реалии нашего сложного и быстро меняющегося мира. Любое фиксирование динамичной картины искажает действительность. Поэтому современный менеджмент – это, скорее, «философия управления», чем свод инструкций, правил, методов и приемов [1].

Усложнение взаимосвязей, мотиваций людей, влияние научно-технического прогресса – все эти процессы делают организацию все более сложной системой. Следствием этого является усложнение и процессов управления организацией, а следовательно, значение системно-аналитической работы невероятно возросло. Системный анализ становится необходимостью как для решения небольших локальных проблем, так и для проблем стратегического уровня. Современный системный анализ носит прикладной характер и направлен на выявление реальных причин возникающих проблем, а также выработку вариантов их решения [1].

Соблюдение принципов системного подхода обеспечивает эффективность проведения системного анализа в современном менеджменте. Системный подход становится научной основой и базовой методологией современного менеджера. Системный подход позволяет взглянуть по-новому на эффективность функционирования организационных систем. Становится понятной важность взаимодействия между структурами системы [1]. Отделы предприятия могут выдавать замечательные результаты, но если эффективность функциональных взаимосвязей между ними нарушена, эти результаты имеют минимальное значение для всей организации в целом. Например, производственный цех может выполнить работу с наилучшими показателями и большими объемами производства, что, казалось бы, хорошо, однако при отсутствии связи производственного цеха с отделом продаж и при отсутствии логистики это может привести к переизбытку производства.

Принятие управленческого решения является переходным звеном между управленческой задачей и управленческим воздействием. Эффективность – синоним результативности. Исходя из этого, эффективность (результативность) управленческого решения характеризуется совокупностью эффективности разработки управленческого решения и эффективности осуществления данных управленческих решений.

Условия для обеспечения эффективности разработки управленческого решения [1]:

- 1) структуризация проблемы;
- 2) использование методов прогнозирования, моделирования, экономического анализа и обоснования всех решений;
- 3) обеспечение альтернативности решения;
- 4) обеспечение сопоставимости альтернатив решения;
- 5) обеспечение правовой обоснованности управленческого решения;
- 6) обеспечение экономической целесообразности управленческого решения;
- 7) использование научных подходов управления;
- 8) обеспечение лица, принимающего решение, качественной и достоверной информацией;
- 9) наличие ресурсов (или их создание) и механизма для реализации управленческого решения;
- 10) создание системы ответственности и мотивации реализации качественного и эффективного решения.

К каждому из этих десяти пунктов может быть применим системный подход для достижения наилучшего результата.

Системный подход можно определить как комплекс процедур, приемов, механизмов, методов и алгоритмов, которыми оперируют при системном анализе, и критерии для сравнительной оценки качества разработанных альтернативных решений. Системный подход требует всестороннего рассмотрения поведения системы. Системный и комплексный подходы имеют принципиальное отличие, поэтому не стоит их отождествлять. Если в комплексном подходе всесторонность является частным требованием, то в системном – это один из методологических принципов [2].

**Системный анализ как методологический инструмент в области управления качеством предприятия.** В ходе решения сложных проблем при управлении производством широко используется не только понятие «системный подход», но и понятие «системный анализ», включающее в себя применение методов и моделей теории систем для практических её приложений к задачам управления, что является наиболее конструктивным среди направлений системных исследований. Важная функция системного анализа – работа с целями, исследование факторов, влияющих на цель, формулирование, структуризация или декомпозиция

обобщающей цели. При этом разработка методик и выбор методов и приёмов выполнения её этапов базируются на использовании понятий и закономерностей теории систем [3].

В настоящее время системный анализ может быть представлен как методологический инструмент в области анализа, проектирования и совершенствования систем в самых различных областях, в том числе и в различных рыночных отношениях [1].

Системный анализ является областью деятельности, которая направлена на выявление причин, возникших перед «обладателем проблемы», и на выработку вариантов их устранения. Таким образом, задачи системного анализа находятся в сфере понимания функционирования системы, проектирования искомой модели системы, ее создания и управления ею [1].

Цель системного анализа – результат решения проблемы.

Задачи системного анализа [1]:

- задача декомпозиции, означает представление системы в виде подсистем, состоящих из более мелких элементов;
- задача анализа, состоит в определении основных процессов, факторов как внутри системы, так и во внешней среде, влияющих на функционирование и развитие системы;
- задача синтеза, заключается в построении системы с элементами и процессами, дающими возможность получения максимально эффективного решения.

Каждый из этапов системного анализа при своем осуществлении опирается на методы получения необходимой информации, ее обработки и формирования новой.

Наиболее сложными в осуществлении являются задачи декомпозиции и анализа. Это связано с высокой степенью неопределенности, которую требуется преодолеть в ходе исследования на этих этапах решения общих задач системного анализа.

Неоднократно имели место попытки создать достаточно общий, универсальный алгоритм системного анализа [3]. Тщательное рассмотрение имеющихся в литературе алгоритмов показывает, что у них большая степень общности в целом и различия в частностях, деталях. Среди основных процедур алгоритма проведения системного анализа, которые являются обобщением последовательности этапов проведения

такого анализа, сформулированных рядом авторов [4], и отражают его общие закономерности, можно выделить следующие:

- изучение структуры системы, анализ её компонентов, выявление взаимосвязей между отдельными элементами;
- сбор данных о функционировании системы, исследование информационных потоков, наблюдения и эксперименты над анализируемой системой;
- построение моделей;
- проверка адекватности моделей, анализ неопределённости и чувствительности;
- исследование ресурсных возможностей;
- определение целей системного анализа;
- формирование критериев;
- генерирование альтернатив;
- реализация выбора и принятие решений;
- внедрение результатов анализа.

Системный анализ в управлении качеством, прежде всего, предполагает комплексный подход к исследованию категории «качество» [5]. Представляет интерес системное определение цепочки качества, предложенное М. Месконом, М. Альбертом, Ф. Хедоури (рис. 1) [6].

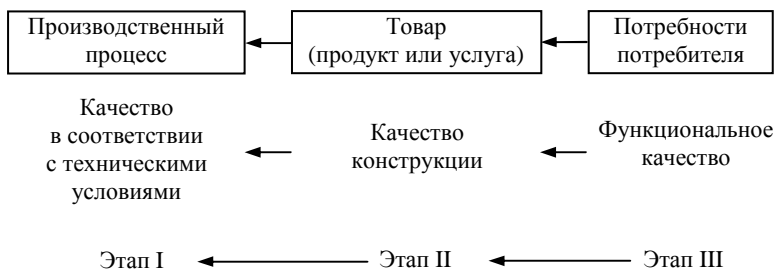


Рис. 1. Цепочка качества

Данная цепочка отражает три аспекта качества. На первом этапе качество означает ту степень, в которой товар компании соответствует её внутренним техническим условиям. Этот аспект получил название «качество» в соответствии с техническими условиями. На втором этапе оценивается качество конструкции, т.е. качество может отвечать техническим требованиям компании на конструкцию товара, но сама конструкция может быть как высокого, так и низкого качества. На третьем этапе «качество» означает ту степень, в которой работа или функционирование товаров

удовлетворяет реальные потребности потребителей. Этот аспект называется функциональным качеством. Нельзя выделить наиболее важный из рассмотренных аспектов. Недостатки или недоработки в одном из них приведут к проблемам качества в остальных по цепочке [6].

Системный подход к управлению качеством предполагает его рассмотрение как системы, т.е. целостности с функционирующими подсистемами, имеющими определённые взаимодействия и взаимосвязи. Зарубежный опыт исследования системного подхода к управлению качеством включает изучение подхода зарубежных исследователей в области качества: У.Э. Деминга, Ар. Фейгенбаума, Дж. Джурана. К наиболее ценным достижениям Эдварда Деминга [7] следует отнести теорию глубинных знаний, включающую теории: систем, вариабельности (изменчивости), психологии и познания. Деятельность руководителя по улучшению качества, по мнению Деминга, включает четыре этапа:

- наблюдение (руководитель собирает информацию о деятельности своего подразделения, определяет, какие изменения в этой области необходимы);

- разработка мероприятия (руководитель решает, какие организационные меры он должен принять, как вовлечь в эту работу подчинённых, какие меры по их мотивации он должен использовать);

- внедрение (руководитель наблюдает за ходом внедрения, контролирует действия подчинённых, собирает информацию для выполнения следующего этапа);

- анализ (руководитель анализирует результаты внедрения, накапливает опыт для следующего этапа наблюдения).

Системная модель управления качеством А. Фейгенбаума представлена в виде пирамиды, разделенной на 17 функций (участков), в основу которых практически положен только контроль качества продукции [8]. Эта модель представлена на рис. 2.

В соответствии с данной моделью в основе управления качеством лежит контроль исходного сырья, материалов, измерительных приборов. Более высокий уровень в этой модели связан с организацией самой системы управления качеством, с исследованием эффективности различных методов контроля и анализом затрат на качество продукции. Основной акцент на следующем уровне сделан на наличие обратных связей с потребителями продукции и осуществление выходного контроля. Следом за этим в модели уделено внимание контролю в ходе

выполнения производственного процесса и изготовления продукции [5]. Методы системного анализа еще не получили достаточно убедительной классификации в науке. Однако в учебнике «Основы системного анализа» [1] представлена характеристика разновидностей системного анализа (табл. 1).

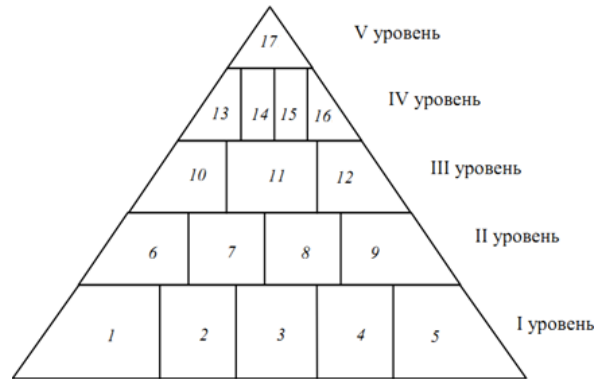


Рис. 2. Модель А. Фейгенбаума: *первый уровень (подготовка к проектированию): 1 – выбор методов контроля; 2 – оценка поставщика; 3 – разработка планов приёмки материалов и оборудования; 4 – контроль измерительных приборов; 5 – оптимизация стоимости качества; второй уровень (проектирование системы обеспечения качества): 6 – организация системы обеспечения качества; 7 – испытание прототипов изделий, определение их надёжности; 8 – исследование эффективности различных методов контроля; 9 – анализ стоимости качества; третий уровень (этап активизации системы): 10 – разработка технологии контроля качества; 11 – обратная связь и контроль качества; 12 – разработка системы сбора информации о качестве; четвёртый уровень (этап реализации системы по стадиям): 13 – контроль новых проектов; 14 – осуществление входного контроля материалов; 15 – осуществление контроля производственных процессов и изделий; 16 – анализ производственных процессов; пятый уровень (заключительный): 17 – комплексный контроль качества*

Таблица 1

Характеристика разновидностей системного анализа

Основание классификации	Виды системного анализа	Характеристика
Назначение системного анализа	Исследовательский системный	Аналитическая деятельность строится как исследовательская деятельность, результаты используются в науке
	Прикладной системный	Аналитическая деятельность представляет собой специфическую разновидность практической деятельности, результаты используются в практике



Окончание табл. 1

Основание классификации	Виды системного анализа	Характеристика
Направленность вектора анализа	Дескриптивный или описательный	Анализ системы начинается со структуры и идет к функциям и цели
	Конструктивный	Анализ системы начинается с ее цели и идет через функции к структуре
Способ осуществления анализа	Качественный	Анализ системы с точки зрения качественных свойств, характеристик
	Количественный	Анализ системы с точки зрения формального подхода, количественного представления характеристик
Время систем	Ретроспективный	Анализ системы прошлого и их влияние на прошлое и историю
	Актуальный (ситуационный)	Анализ систем в ситуациях настоящего и проблем их стабилизации
	Прогностический	Анализ систем будущего и путей их достижения
Аспекты систем	Структурный	Анализ структуры
	Функциональный	Анализ функций системы, эффективности ее функционирования
	Структурно-функциональный	Анализ структуры и функций, а также их взаимозависимости
Масштаб систем	Макросистемный	Анализ места и роли системы в более крупных системах, которые ее включают
	Микросистемный	Анализ систем, которые включают в себя данную и воздействуют на свойства данной системы
Отрасль знания	Общий системный	Опирается на общую теорию систем, осуществляется с общих системных позиций
	Специальный системный	Опирается на специальные теории систем, учитывает специфику природы систем
Отражение жизни системы	Витальный	Предполагает анализ жизни системы, основных этапов ее жизненного пути
	Генетический	Анализ генетики системы, механизмов наследования

Данная классификация позволяет диагностировать каждую конкретную разновидность системного анализа. Для этого надо «пройти» по всем основаниям классификации, выбирая ту разновидность анализа, которая наилучшим образом отражает свойства применяемой разновидности анализа [1].

Другой вариант структуризации – выделение групп методов, которые применяются при проведении системного анализа. Арсенал методов довольно велик. Разнообразны и подходы авторов при их выделении. Одной из наиболее распространенных является классификация методов системного анализа, разработанная В.Н. Спицнаделем (табл. 2).

Таблица 2

Классификация методов системного анализа по В.Н. Спицнаделю

Основные классификации	Методы системного анализа
Тип знания	Философские методы (диалектический, метафизический и т.п.) Общенаучные методы (системный, структурно-функциональный, моделирование, формализация и т.п.) Чисто научные методы (свойственны для конкретной науки: методы моделирования социальных, биологических систем и т.п.) Дисциплинарные методы (применяются в той или иной дисциплине, входящей в какую-нибудь отрасль науки, семиотические, лингвистические и т.п.)
Способ реализации	Интуитивные методы («мозговая атака», «сценарии», экспертные методы и т.п.) Научные методы (анализ, классификация системного моделирования, методы логики и теории множеств и т.п.)
Выполняемые функции	Методы получения информации (системное наблюдение, описание, экспертные методы, игровые методы и т.п.) Методы представления информации (группировка, классификация и т.п.)
Уровень знания	Теоретические методы (анализ, синтез, теоретизация и т.п.) Эмпирические методы (игровые методы, морфологические методы, экспертные оценки и т.п.)
Форма представления знания	Качественные методы, опирающиеся на качественный подход к объекту (метод «сценариев», морфологические методы) Количественные методы, использующие аппарат математики (метод «Дельфи», статистические методы, методы теории графов, комбинаторики, кибернетики, логики, теории множеств, лингвистики, исследования операций, семиотики, топологии и т.п.)

Рассмотрим некоторые из представленных выше методов наиболее подробно.

В практике системного анализа социально-экономических систем применяемые методы делят на три группы [1]:

- качественные методы анализа;
- количественные методы анализа;
- графические методы анализа.

В основе такой структуризации – свойства анализируемых параметров.

### ***1. Методы типа «мозгового штурма»***

Метод под названием «мозговая атака» был предложен А. Осборном в 1950 г. Позже этот метод был развит Э. де Боно. Сегодня известно множество модификаций – методы этого типа известны также под названиями «мозговой штурм», «конференция идей», «коллективная генерация идей», «брейнсторминг» и т.д. Эту группу методов отличает, прежде всего, подход к итоговому результату – обычно методы нацелены на поиск единственно правильного решения, идеи, мозговой штурм нацелен на генерацию как можно большего количества идей. Мозговая атака основана на гипотезе, что среди большого числа идей имеется, по меньшей мере, несколько хороших, полезных для решения проблем [1].

Для осуществления этого метода подбирается группа квалифицированных экспертов, желательно, разных специальностей для получения максимально возможного количества идей.

Основные этапы проведения мозгового штурма [1]:

- 1) постановка проблемы/вопроса;
- 2) генерация идей решения;
- 3) отбор лучших решений;
- 4) сравнение вариантов с идеальной моделью решения;
- 5) отсев всех непригодных вариантов и выбор варианта решения.

### ***2. Методы сценариев***

Методы сценариев – это методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенные в письменном виде. Сценарием называется любой документ, содержащий анализ рассматриваемой проблемы и предложения по ее решению [1]. Основная задача сценария – дать ключ к пониманию проблемы.

В настоящее время метод сценариев может быть реализован в двух типах:

- первый тип: описание последовательности шагов, ведущих к желаемому прогнозируемому состоянию организации, а также факторов и событий, оказывающих решающее влияние на этот процесс;
- второй тип: описание возможных последствий для организации, если она достигнет прогнозируемого состояния.

Чаще всего метод сценариев используют исключительно крупные организации в различных областях науки, техники и экономики России. В настоящее время сценарии начинают использовать в планировании своей деятельности и средние компании [1].

### ***3. Метод морфологического анализа***

Суть метода состоит в том, что в системе выделяют несколько характерных (структурных или функциональных) признаков. Каждый из них может характеризовать какой-то параметр системы, от которого зависит решение проблемы. По каждому выделенному признаку составляют список его различных вариантов-альтернатив. Признаки с альтернативами располагают в таблицу – «морфологический ящик». Перебирая всевозможные сочетания этих альтернатив, можно выявить новые варианты решения. Модификации морфологического метода – матричные методы [1].

Морфологический анализ основан на следующих последовательных действиях-шагах:

- 1) формулирование проблемы и выделение всех ключевых элементов;
- 2) определение максимально возможного числа вариантов решения;
- 3) занесение вариантов в таблицу;
- 4) оценивание всех вариантов и их комбинирование;
- 5) выбор наиболее оптимального варианта решения.

Принцип морфологического анализа рационален для достаточно простых систем – рекламы, дизайна и т.д. Для объектов, имеющих большое количество элементов и множество вариантов, таблица становится громоздкой и метод становится трудоемким [1].

Основными преимуществами морфологического анализа считаются:

- равноценность всех элементов анализируемого объекта;
- максимальная четкость формулировки поставленной задачи;

- снятие ограничений в анализе элементов исследуемого объекта;
- возможность получения новых и/или развития уже имеющихся идей.

#### **4. Метод наблюдения**

Метод наблюдения один из основных методов сбора первичной информации.

Наблюдение – это получение информации (сбор и регистрация) в открытом или скрытом варианте о процессе поведения и о свойствах изучаемого объекта [1].

При проведении наблюдения необходим специальный инструментарий. Это может быть: дневник наблюдения, карточки для регистрации, протокол наблюдения, аудиовизуальные средства фиксации.

Достоверность и надёжность данных по результатам наблюдения могут быть повышены при следовании следующим правилам [1]:

- максимально подробно фиксировать элементы наблюдаемых событий, пользуясь четкими критериями (индикаторами);
- наблюдать один и тот же объект следует в разных ситуациях;
- контролировать достоверность описания фактических событий или их элементов, не подменяя их эмоциональными или желаемыми представлениями;
- основные наблюдения предпочтительнее проводить несколькими лицами по единой технологии для сопоставления впечатлений, оценок, интерпретаций.

Наблюдение с исследовательской, научной целью отличается от наблюдения обывательского прежде всего тем, что оно подчинено четкой цели и задачам, во-вторых, планируется оно и проводится по специальной процедуре.

#### **5. Экспертные оценки качества**

Необходимость в экспертных оценках часто возникает на практике, например, при оценке качества продукции или обслуживания и при социологических опросах. При этом возникает необходимость выразить оценку через численное значение. Для этого используют измерительные шкалы [1].

К шкалам, как и к любым другим измерительным инструментам, методикам и технологиям, предъявляются требования обеспечения качества измерений – совокупность свойств состояний измерений, обеспечивающих результаты измерений с требуемой **точностью**.

*Количественное оценивание и измерение чего-либо осуществляются посредством соответствующих шкал.* Существенным недостатком этого метода является вероятность нежелательных искажений информации из-за психологического влияния организаторов опроса или авторитета признанных специалистов на экспертов [1].

#### **6. Методы организации сложных экспертиз**

Недостатки экспертных оценок привели к необходимости создания методов, повышающих объективность получения оценок путём расчленения большой первоначальной неопределённости проблемы, предлагаемой эксперту для оценки, на более мелкие, лучше поддающиеся осмыслению. В качестве простейшего из этих методов может быть использован способ усложнённой экспертной процедуры, предложенный в методике ПАТТЕРН. В этой методике выделяются группы критериев оценки и рекомендуется ввести весовые коэффициенты критериев. Введение критериев позволяет организовать опрос экспертов более дифференцированно, а весовые коэффициенты повышают объективность результирующих оценок [3].

#### **7. Опросные методы**

Опрос – метод сбора первичных данных от самого индивида или группы людей. Это один из самых простых доступных и поэтому распространённых методов оценки. В связи этим рассмотрим данный метод более глубоко.

Для подготовки экспертизы (опроса) должна быть сформирована группа специалистов-организаторов, она обеспечивает условия для эффективной деятельности, разрабатывает процедуру экспертизы [1].

Численность группы-организаторов не должна быть малой, иначе теряется смысл экспертных оценок.

Перед экспертным опросом должны быть разработаны правила его проведения и организации. Они обеспечивают соблюдение условий, благоприятствующих формированию экспертами объективного мнения.

К таким условиям относятся:

- независимость формирования экспертами собственного мнения об оцениваемых событиях;
- сохранение анонимности ответов;
- возможность коллективного обсуждения оцениваемого события;
- предоставление экспертам требуемой информации.

Данные, полученные от экспертов, можно разделить:

- на жесткие, если результаты измерения можно оценить с помощью физических или денежных единиц;
- мягкие, когда используются качественные оценки или суждения.

По форме и условиям общения исследователя с респондентом различают письменный (анкетирование) и устный (интервьюирование) опросы [1].

### **8. Метод Дельфи**

Любой метод имеет какие-либо свои преимущества, но и недостатки, ограничения. В связи с этим нередко для решения проблем приходится использовать сочетания методов или применять параллельно два и более различных метода, или модифицировать, изменять разнообразные методы анализа. Примером такой интеграции и методообразования может быть метод Дельфи. Данный метод сочетает в себе опросные (экспертные) оценки и метод сценария [1].

Сущность этого метода заключается в проведении экспертного опроса в несколько туров (обычно 3–4 тура) с использованием обратной связи – ознакомление экспертов с результатами предшествующего тура опроса и учет этих результатов при оценке значимости мнений экспертов. Метод предполагает предварительное ознакомление привлекаемых экспертов с ситуацией с помощью какой-либо модели. Такой моделью может быть как строгая математическая модель, так и неформальное описание процесса, например сценарий [1].

Метод Дельфи характеризуется:

- анонимностью мнений экспертов;
- регулируемой обработкой информации организационной (аналитической) группой, получаемой в несколько туров;
- групповым прогнозом, отражающим обобщенное мнение группы экспертов.

В результате использования метода Дельфи должен появиться список идей с их оценками и характеристиками [1].

### **9. Статистический анализ**

В современном мире статистические методы применяются практически во всех сферах деятельности человека и являются методами сбора, классификации данных с последующим их анализом с целью выявления закономерностей [1].

Статистика как наука в современном мире по степени охвата исследуемой области и глубины анализа подразделяется на следующие виды:

- теоретическая статистика (общая теория статистики) – разработка и исследование методов общего характера;
- прикладная статистика – разработка методов и моделей получения анализа статистических данных конкретных явлений и процессов в различных областях деятельности;
- статистический анализ конкретных данных [1].

### **10. Графические методы**

Понятие графа первоначально было введено Л. Эйлером. Графические средства, такие как графики, диаграммы, гистограммы, древовидные структуры, позволяют наглядно отображать структуры сложных систем и процессов, происходящих в них, и активизировать интуицию специалистов в различных областях деятельности.

В то же время есть и возникшие на основе графических представлений методы, которые позволяют ставить и решать вопросы оптимизации процессов организации, управления, проектирования, и являются математическими методами в традиционном смысле. Таковы, в частности, геометрия, теория графов и возникшие на основе последней прикладные теории – PERT, сетевого планирования и управления, а позднее и ряд методов статистического сетевого моделирования с использованием вероятностных оценок графов [3].

### **11. Методы структуризации (декомпозиции)**

Методы структуризации являются основой любой методики системного анализа, любого сложного алгоритма организации проектирования или принятия управленческого решения. Структурные представления разного рода позволяют разделить сложную проблему с большой неопределённостью на более мелкие, лучше поддающиеся исследованию, что можно рассматривать как некоторый метод исследования, который называют системно-структурным методом.

Структуризация (декомпозиция) предполагает возможность выполнения разнонаправленных действий. Расчленение, разделение (условное) системы на составляющие (части) называется структуризацией (декомпозицией). Специалистами в области системного анализа не делается принципиальных смысловых различий между терминами «структуризация» и «декомпозиция» [9], за исключением объекта их применения.



Термин «декомпозиция» применяется в отношении технических объектов и систем, где заранее известен принцип создания объекта (системы). В отношении неизвестности возникновения целостности системы и в процессе расчленения системы не всегда может быть полностью раскрыта природа возникновения целостности. Таким образом, считается, что к социально-экономическим системам термин «структуризация» является более применимым, чем термин «декомпозиция» [5].

### **12. Методы типа «дерева целей»**

Идея метода дерева целей впервые была предложена У. Черчменом в связи с проблемами принятия решений в промышленности [10]. Термин «дерево» подразумевает использование иерархической структуры, получаемой путём расчленения общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие, которые в конкретных приложениях называют подцелями нижележащих уровней, направлениями, проблемами, а начиная с некоторого уровня, – функциями.

При использовании метода «дерево целей» в качестве средства принятия решений часто применяют термин «дерево решений». При применении метода для выявления и уточнения функций системы управления говорят о «дереве целей и функций» [11]. При структуризации тематики научно-исследовательской организации пользуются термином «дерево проблемы», а при разработке прогнозов – «дерево направлений развития» или «прогнозный граф».

*Методики системного анализа.* Методология системного анализа представляет собой довольно сложную и пеструю совокупность принципов, подходов, концепций и конкретных методов, а также методик.

Наиболее важную часть методологии системного анализа составляют ее методы и методики.

Имеющиеся методики системного анализа еще не получили достаточно убедительной классификации, которая была бы принята единогласно всеми специалистами. Например, Ю.И. Черняк делит методы системного исследования на четыре группы: неформальные, графические, количественные и моделирование. Достаточно глубокий анализ методик различных авторов представлен в работах В.Н. Волковой, а также Ю.П. Сурмина [2].

В качестве простейшего варианта методики системного анализа можно рассматривать такую последовательность:

- 1) постановка задачи;
- 2) структуризация системы;

- 3) построение модели;
- 4) исследование модели.

Существует множество описаний этапов методик системного анализа. А вот некоторые из них:

*Этапы методик системного анализа по С. Оптнеру:*

- 1) идентификация симптомов;
- 2) определение актуальности проблемы;
- 3) определение цели;
- 4) вскрытие структуры системы и ее дефектных элементов;
- 5) определение структуры возможностей;
- 6) нахождение альтернатив;
- 7) оценка альтернатив;
- 8) выбор альтернативы;
- 9) составление решения;
- 10) признание решения коллективом исполнителей и руководителей;
- 11) запуск процесса реализации решения;
- 12) управление процессом реализации решения;
- 13) оценка реализации и ее последствий.

*Этапы методик системного анализа по С. Янгу:*

- 1) определение цели системы;
- 2) выявление проблем организации;
- 3) исследование проблем и постановка диагноза;
- 4) поиск решения проблемы;
- 5) оценка всех альтернатив и выбор наилучшей из них;
- 6) согласование решений в организации;
- 7) утверждение решения;
- 8) подготовка к вводу;
- 9) управление применением решения;
- 10) проверка эффективности решения.

*Этапы методик системного анализа по Ю.И. Черняку:*

- 1) анализ проблемы;
- 2) определение системы;
- 3) анализ структуры системы;
- 4) формирование общей цели и критерия;
- 5) декомпозиция цели и выявление потребности в ресурсах и процессах;
- 6) выявление ресурсов и процессов – композиция целей;
- 7) прогноз и анализ будущих условий;

- 8) оценка целей и средств;
- 9) отбор вариантов;
- 10) диагноз существующей системы;
- 11) построение комплексной программы развития;
- 12) проектирование организации для достижения целей.

Из анализа и сопоставления этих методик видно, что в них в той или иной форме представлены такие этапы:

- выявление проблем и постановки целей;
- разработка вариантов и модели принятия решения;
- оценка альтернатив и поиска решения;
- реализация решения.

Кроме того, в некоторых методиках имеются этапы оценки эффективности решений. В наиболее полной методике Ю.И. Черняка особо предусмотрен этап проектирования организации для достижения цели [2].

Поскольку выполнение отдельных этапов может занимать достаточно много времени, возникает необходимость большей их детализации, разделения на подэтапы и более четкого определения конечных результатов выполнения подэтапов. В частности, в методике Ю.И. Черняка каждый из 12 этапов разделен на подэтапы, которых в общей сложности 72.

Из других авторов методик системного анализа можно назвать Э.А. Капитонова и Ю.М. Плотницкого [2].

Конечная цель системного анализа – оказать помощь в понимании и решении имеющейся проблемы, что сводится к поиску и выбору варианта решения проблемы. Результатом будет выбранная альтернатива либо в виде управленческого решения, либо в виде создания новой системы (в частности, системы управления) или реорганизации старой, что опять же является управленческим решением [2].

*Качество системного анализа.* В рамках системного анализа может быть дана качественная оценка развития любой системы. Свойство системности присуще не только объектам, но и практической деятельности человека [12] с позиции влияния системности. Системными являются человеческое мышление и результаты познания. Таким образом, сам процесс системного анализа соответствует признакам системности и является системой. Результатом системного анализа является выбор из множества альтернатив той, которая оптимальным образом удовлетворяет условиям

поставленной задачи. Выбор альтернативы, сделанный на основе системного анализа, позволяет системе развиваться оптимальным образом, рационально распределять и расходовать ресурсы, а также формировать предпосылки для своего дальнейшего развития и дальнейшего осуществления основных функций системы. Следовательно, возникает вопрос о достоверности выбора альтернативы, о полноте учёта всех факторов, т.е. о качестве системного анализа [5].

Качество системного анализа – это информация о собственных характеристиках системного анализа, удовлетворяющая требованиям, предъявляемым к результатам анализа. Качество системного анализа можно представить в виде системы сегментов, оказывающих совокупное воздействие на формирование системы качества исследуемого понятия.

Таким образом, анализируемое понятие «качество системного анализа» является сложносоставной категорией, оценку которой можно проводить с позиции укрупнённых этапов его проведения: качества отбора информации, качества обработки информации и качества принятия управленческого решения [5].

*Ключевыми критериями формирования качества системного анализа* являются: качество соблюдения процедур системного анализа, срочность и экономичность. Срочность предполагает проведение системного анализа как можно в более сжатые сроки, а экономичность – стремление провести системный анализ при минимально допустимом уровне расходов.

На качество соблюдения процедур системного анализа оказывают влияние такие *факторы*, как качество подготовки информации, качество обработки информации и качество принятия управленческого решения.

*Качество подготовки информации* включает выполнение следующих требований [5]:

- достоверность информации;
- полнота информации;
- уровень обширности информации или наличие максимально возможной информации, собранной по предмету системного анализа;
- ценность информации, т.е. уровень её доступности для широких слоёв населения.

*Качество обработки информации* включает следующие критерии оценки [5]:

1) оптимальность учёта ключевых факторов, предполагающая необходимость применения при проведении системного анализа ограниченного количества ключевых факторов, которые наиболее ярко отражают сложившиеся тенденции и не дублируют друг друга;

2) достоверность – это правильность выбора ключевых факторов в построенной модели;

3) надёжность, т.е. способность выбора оптимальной методики для получения результатов системного анализа;

4) простота модели, означающая необходимость упрощения построенной модели в допустимых границах;

5) точность расчётов – это соответствие выбранных для анализа числовых значений реально протекающим процессам;

б) наглядность, т.е. организация порядка проведения системного анализа таким образом, чтобы представленный вывод был очевиден и понятен экспертам.

В статье представлены характеристики методов системного анализа и классификация методов системного анализа, разработанная В.Н. Спицнаделем. Подробно рассмотрены методы типа «дерево целей», графические методы, методы экспертных оценок, методы типа «Дельфи», методы организации сложных экспертиз, структуризации и статистического анализа, а также основные шаги выполнения этих методов. Приведены анализ и описание этапов методик системного анализа по С. Оптнеру, С. Янгу и Ю.И. Черняку. Определены ключевые критерии формирования качества системного анализа, а именно: качество соблюдения процедур системного анализа, срочность и экономичность.

### **Библиографический список**

1. Белякова Н.В., Сысоева Е.Л. Основы системного анализа. – М.: КНОРУС, 2009. – 251 с.

2. Методология системного анализа [Электронный ресурс]. – URL: <http://e-educ.ru/tsisa22.html> (дата обращения: 11.03.2015).

3. Чернышов В.Н., Чернышов А.В. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.

4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа: учебник для вузов. – 3-е изд. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2003.

5. Герасимов Б.И., Попова Г.Л., Злобина Н.В. Основы теории системного анализа: качество и выбор: учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2011. – 80 с.
6. Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента: учебник: пер. с англ. – М.: Дело, 1992. – 637 с.
7. Деминг У.Э. Выход из кризиса: новая парадигма управления людьми, системами и процессами: пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
8. Герасимова Е.Б., Герасимов Б.И., Сизикин А.Ю. Управление качеством / под ред. Б.И. Герасимова. – 2-е изд. – М.: ФОРУМ, 2009. – 256 с.
9. Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник: учеб. пособие для вузов / под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
10. Черчмен У. Введение в исследование операций. – М.: Наука, 1968.
11. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.
12. Антонов А.В. Системный анализ: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2004. – 454 с.

### **References**

1. Beliakova N.V., Sysoeva E.L. Osnovy sistemnogo analiza [Basics of the system analysis]. Moscow: KNORUS, 2009. 251 p.
2. Metodologiya sistemnogo analiza [The methodology of the system analysis], available at: <http://e-educ.ru/tsisa22.html> (accessed 11 March 2015).
3. Chernyshov V.N., Chernyshov A.V. Teoriia sistem i sistemnyi analiz [Systems theory and systems analysis]. Tambovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2008. 96 p.
4. Volkova V.N., Denisov A.A. Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza [Basics of systems theory and system analysis]. Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2003.
5. Gerasimov B.I., Popova G.L., Zlobina N.V. Osnovy teorii sistemnogo analiza: kachestvo i vybor [Basics of the system analysis theory: the quality and choice]. Tambovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2011. 80 p.
6. Meskon M.Kh., Al'bert M., Khedouri F. Osnovy menedzhmenta [Fundamentals of Management]. Moscow: Delo, 1992. 637 p.

7. Deming U.E. Vykход iz krizisa: novaia paradigma upravleniia liud'mi, sistemami i protsessami [Out of the crisis: a new paradigm of management of people, systems and processes]. Moscow: Al'pina Biznes Buks, 2007.

8. Gerasimova E.B., Gerasimov B.I., Sizikin A.Iu. Upravlenie kachestvom [Quality control]. Moscow: FORUM, 2009. 256 p.

9. Volkova V.N., Kozlova V.N. Sistemnyi analiz i priniatie reshenii: slovar'-spravochnik [System analysis and decision-making: the dictionary catalog: manual for Institutions of Higher Education]. Moscow: Vysshaia shkola, 2004. 616 p.

10. Cherkmen U. Vvedenie v issledovanie operatsii [Introduction to Operations Research]. Moscow: Nauka, 1968.

11. Peregudov F.I., Tarasenko F.P. Vvedenie v sistemnyi analiz [Introduction to system analysis: study guide]. Moscow: Vysshaia shkola, 1989. 367 p.

12. Antonov A.V. Sistemnyi analiz [System analysis]. Moscow: Vysshaia shkola, 2004. 454 p.

### **Сведения об авторах**

**Трофимова Майя Сергеевна** (Нижний Новгород, Россия) – аспирантка, ассистентка кафедры машиностроительных технологических комплексов Нижегородского государственного технического университета (603950, Нижний Новгород, ул. К. Минина, 24, e-mail: maya47@yandex.ru).

**Трофимов Сергей Михайлович** (Нижний Новгород, Россия) – студент Нижегородского государственного технического университета (603950, Нижний Новгород, ул. К. Минина, 24, e-mail: sergei\_trofimov93@mail.ru).

### **About the authors**

**Trofimova Maya Sergeyevna** (Nizhny Novgorod, Russian Federation) the graduate student, the assistant to chair Machine-building technological complexes of the Nizhny Novgorod state technical university (603950, Nizhny Novgorod, St. of K. Minin, 24, e-mail: maya47@yandex.ru).

**Trofimov Sergey Mikhaylovich** (Nizhny Novgorod, Russian Federation) the student of the Nizhny Novgorod state technical university (603950, Nizhny Novgorod, St. of K. Minin, 24, e-mail: sergei\_trofimov93@mail.ru).

Получено 15.04.2015