

МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ

УДК 519.7

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

В. К. Дедков, Н. К. Юрков

Введение

Управление такими сложными системами, какими являются современные промышленные предприятия, должно опираться на основные положения системного анализа и теории принятия решений, синтезирующих аксиоматику, модели и методы ряда смежных теоретических и прикладных дисциплин (теории эффективности, теории исследования операций, теории моделирования и т.д.). Системный подход – это методология комплексного исследования сложных объектов природы, техники, общества как систем, т.е. как объединений элементов, связанных комплексом отношений и выступающих по отношению к внешней среде как единое целое [1].

Таким образом, системный подход – это общенаучная методология, которая не содержит конкретных средств исследования объектов, а обосновывает и разрабатывает принципы таких исследований.

Не является исключением и процесс управления аэрокосмическими предприятиями, деятельность которых, кроме проблем, общих для машиностроительных предприятий, существенно осложняется такими специфическими факторами, как принадлежность к оборонно-промышленному комплексу, бюджетное финансирование в рамках гособоронзаказа, наличие мобилизационного плана и ряда других факторов [2].

Ядром управления, его начальным и определяющим элементом является принятие решений. Весь комплекс управленческих вопросов, связанных с выполнением основных функций управления – планированием, организацией, регулированием и контролем, реализуется в конечном итоге через решения руководителей различных уровней. Поэтому обеспечение высокой эффективности принимаемых решений является гарантией того, что использованные ресурсы и созданные ценности не будут растрачиваться неэкономно или даже впустую.

Высокий уровень научной обоснованности принимаемых решений обеспечивается использованием адекватных научных теорий, современных информационных технологий и достоверных эмпирических фактов.

Под давлением практических проблем в последние десятилетия существенно выросли масштабы использования основных положений системотехники как для формирования соответствующей области знаний, так и в области практических приложений. Методология познания частного на основе целого и целостности позволила, опираясь на выявленные факторы и закономерности,

сти, создавать модели объекта, среды и ситуации и в дальнейшем использовать эти модели для получения выводов и гипотез.

Системотехнический подход к принятию решений по управлению предприятием позволяет обосновать исходные данные, сформулировать целевые установки, произвести селекцию возможных вариантов (стратегий) достижения целей в рамках основных положений теории принятия решений, основные элементы и алгоритмы реализации которых рассматриваются в последующем изложении.

Основной задачей теории принятия решений является выработка решения, направленного на обеспечение наилучшего способа действий для достижения поставленной цели. Под целью понимается идеальное представление требуемого состояния или результата деятельности, достижимого в пределах некоторого интервала времени.

Если фактическое состояние не соответствует желаемому, то имеет место проблема – расхождение между действительным и желаемым. Выработка плана (способа) действий по устранению проблемы составляет сущность задачи принятия решений.

Каждая проблема всегда связана с определенным комплексом условий, который обобщенно называют ситуацией. Совокупность проблемы и ситуации образует проблемную ситуацию. Выявление, описание и анализ проблемной ситуации дают исходную информацию для постановки задачи принятия решений.

Описание и последующий анализ проблемной ситуации с привлечением методов формальной логики и эвристических методов направлены на решение одной из главных задач данного этапа – формирование цели, достижение которой позволяет решить проблему. При необходимости цель разбивается на подцели (задачи).

Цель считается достигнутой, если в итоге предпринятых действий получен соответствующий данной цели результат, который выражается вектором выходных параметров Y_n . Для оценки степени достижения цели ее необходимо формализовать. Вопрос формализации цели обычно решается путем введения множества требуемых значений параметров целеполагания $\{Y_{<n>}^d\}$, задающих требуемый результат предпринимаемых действий.

Перечень и значения данных параметров определяются по результатам анализа проблемной ситуации. Тогда формализованная запись разрешения проблемной ситуации или достижения заданной цели может быть записана следующим соотношением:

$$Y_{<n>} \in \{Y_{<n>}^d\} \approx U,$$

где U – множество возможных исходов операции; $\{Y_{<n>}^d\}$ – множество заданных (или допустимых) значений параметров.

Для достижения поставленной цели необходима целенаправленная деятельность – операция. Под операцией понимают упорядоченную совокупность взаимосвязанных действий, объединенных общим замыслом и направленных на достижение цели операции.

В ходе операции, т.е. в процессе выполнения совокупности определенных действий, осуществляется преобразование ресурсов в требуемый результат, соответствующий поставленной цели $Y_{<n>}^d$. Ресурсы, используя которые, лицо, принимающее решения (ЛПР), может добиваться поставленной цели, называются активными средствами операции.

Способы действий, т.е. способы использования активных средств, ведущие к достижению цели операции, называются стратегиями (вариантами решений).

Формирование исходного множества стратегий и дальнейшее его сужение до множества допустимых стратегий $u \in U$ и наилучшей стратегии u^* – один из важнейших этапов процесса принятия решений. Данная процедура осуществляется ЛПР и экспертами путем логических заключений, интуиции, проведения исследований и экспериментов или формально в зависимости от степени формализации информации.

Исход операции зависит от множества различных по своей природе факторов, характеризующих качество, способы и условия использования активных средств, применяемых ЛПР при реализации операции. Из этого множества выделяется подмножество так называемых

управляемых факторов, которые находятся в распоряжении ЛПП и используются им для формирования множества стратегий и на которые он может влиять по своему усмотрению. Все остальные факторы рассматриваются как неуправляемые и образуют комплекс условий проведения операции.

Поскольку исход операции определяется как выбранными стратегиями, так и комплексом условий проведения операции, формирование комплекса условий является одной из важнейших процедур принятия решений.

Об успешности операции судят по степени различия между ее реальным результатом Y и требуемым $Y_{<n>}^0$, т.е. по степени достижения цели операции, определяющей ее эффективность. Мету интенсивности проявления эффективности называют показателем эффективности W .

Для выбора наилучшей стратегии на основе сравнения эффективности допустимых стратегий используется критерий эффективности – правило, позволяющее сопоставить стратегии, характеризующиеся различной степенью достижения цели операции, и осуществлять направленный выбор стратегии из множества допустимых.

ЛПП принимает решения в рамках постановки задачи оценивания эффективности операции, выбора и формирования показателя и критерия эффективности, получения значения показателя по результатам моделирования [3].

На основании введенных понятий и определений может быть сформирована модель проблемной ситуации в виде следующей системы взаимосвязанных элементов:

$$\langle U, Z, H, G, Y, \Psi, W, K, P, \rangle,$$

где U – множество допустимых стратегий ЛПП; Z – множество значений определенных и неопределенных факторов, задающих комплекс условий проведения операции; G – множество исходов операции; Y – числовое выражение результата операции; H – модель операции, т.е. отображение, ставящее в соответствие множествам стратегий U и факторов Z множество результатов $Y(G) \rightarrow \rightarrow (H: U^* \wedge \rightarrow Y)$; W – показатель эффективности; Ψ – оператор соответствия «результат – показатель» ($\Psi: Y \rightarrow W$); K – критерий эффективности; P – модель предпочтений ЛПП на элементах множества

$$D = \{U, Z, G, Y, W, K\}.$$

Использование рассмотренной модели проблемной ситуации позволяет представить процесс выработки решения в виде двух основных взаимосвязанных процессов: процесса получения результатов (рис. 1)

$$\Psi: \{H: U^* Z \rightarrow Y(G)\} \rightarrow W;$$

и процесса анализа результатов

$$P \rightarrow K: U \rightarrow U^*.$$

Системотехнический анализ проблемной ситуации и процесс выработки решений представляет логическую последовательность действий на заданном уровне его вертикальной декомпозиции и включает этапы, представленные на рис. 1.

Актуальная проблема высокоэффективного управления сложными иерархическими распределенными интегрированными производственными системами может быть решена за счет развития единого функционально-целевого подхода к синтезу систем их управления на основе информационных технологий и создания средств построения концептуальной модели предметной области (КМПО).

При разработке систем моделирования сложных распределенных производственных систем необходимо найти компромисс между двумя противоречивыми требованиями: сведение к минимуму дополнительных разработок при не принципиальных изменениях решаемых задач и, с другой стороны, обеспечение использования результатов исследований в прикладных целях.

Совокупность взаимосвязанных моделей как система может быть поставлена в соответствие жизненному циклу изделия, т.е. можно говорить о соответствии жизненного цикла системы моделей жизненному циклу (ЖЦ) изделия. Управляющие решения, принятые на уровне моделей, реализуются затем на этапах жизненного цикла изделия. Процесс совершенствования системы моделей и изделия, по сути дела, неразделим и управляется изменением воздействий.

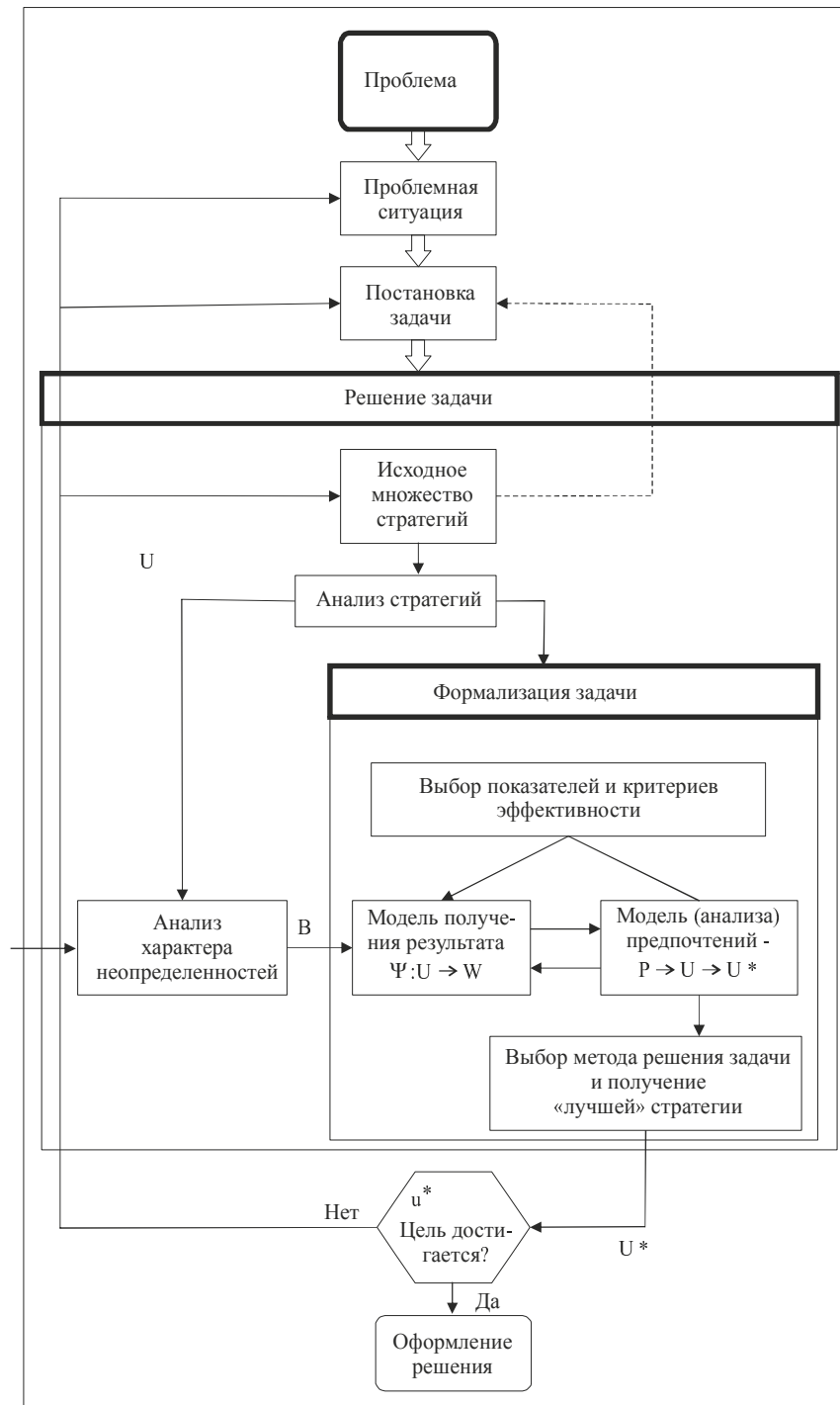


Рис. 1. Схема этапов решения задачи управления

На каждом из рассматриваемых этапов ЖЦ используются модели разной степени проработанности, выполненные разными учеными в разные годы. Для объединения моделей сложной системы в единый комплекс необходимо иметь возможность использования наработанных средств моделирования наиболее просто и эффективно. Построение концептуальной модели соответствует переходу от описательного представления знаний к их формальному представлению на декларативном языке, допускающем единственную интерпретацию. КМПО является декларативной, так как в ней описывается состав, структура и отношения между объектами и процессами, независимо от конкретного способа их реализации в компьютере.

Концептуальная модель наряду с описанием структуры объектов и процессов обработки информации, способов их взаимодействия отражает такие свойства, как принадлежность процесса

или объекта к некоторому типу, количественные характеристики объектов и процессов. В связи с этим, помимо деления элементов модели на объекты и отношения между ними, выделяется класс атрибутов (или свойств), вступающих с собственно объектами модели (информационными объектами и процессами) в бинарные отношения, описываемые функционально. Концептуальная модель (КМ) определяется как непротиворечивая совокупность высказываний, истинных для данной предметной области, включая возможные состояния, классификации, законы, правила. Основой КМ является не алгоритмическая модель передачи и преобразования данных, как в аналитических моделях, а декларативное описание структуры объекта и взаимодействия его составных частей. Таким образом, КМПО изначально ориентирована на формализацию знаний экспертов.

В КМПО определяются элементы исследуемой предметной области и описываются отношения между ними, которые задают структуру и причинно-следственные связи, существенные в рамках определенного исследования [5]. Создание КМ является первичным и основным (по потребляемым ресурсам) этапом моделирования, так как для сложных задач с большим объемом данных эта модель во многом определяет реализацию алгоритмов, характер программ и способы общения исследователей с компьютером.

Пусть задана совокупность элементов множества U , называемая пространством задания модели. Каждой точке $x \in U$ предписано значение функционала (функции) качества $f(x)$, характеризующее некоторое свойство сложной производственной системы на данном этапе ЖЦ (например, производительность, надежность, качество и т.п.). В пространстве U действует группа преобразований G , перемещающая точки этого пространства вместе с заданными в них значениями функционала качества (рис. 2).

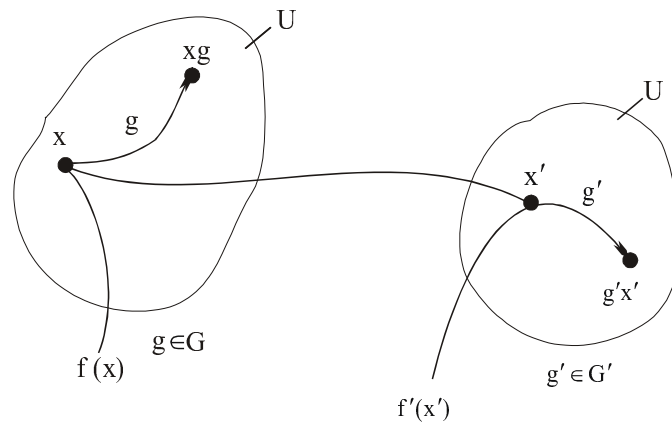


Рис. 2. Схема преобразования моделей

Примем совокупность, состоящую из пространства U , группы G , действующей в ней, и функции качества $f(x)$, за модель предметной области M . Примем $f(x)$ – за исходное качество, а $f(gx)$ – качество, получаемое преобразованием g , тогда всевозможные преобразованные функции качества $f(gx)$ (g пробегает всю группу G) образуют полное множество управлений, которое обозначим (см. рис. 2):

$$S = f(gx), g \in G.$$

Если исходную функцию качества $f(x)$ принять за качество изделия в начале его жизненного цикла, то полное множество управлений S определяет всевозможные изменения исходного положения, в частности, если G – группа преобразований функции качества изделия на всех этапах жизненного цикла, – всевозможные состояния изделия в пространстве U .

Пусть известен и фиксирован набор параметров изделия на всех этапах его жизненного цикла. Тогда эталонное исходное качество изделия на каждом этапе ЖЦ будет характеризоваться своими функциями качества $f_i, i = 1, 2, \dots, k, k$ – число этапов.

Для каждого этапа ЖЦ сформируем полное множество управлений

$$S_1 = f_1(gx)|_{g \in G}; S_2 = f_2(gx)|_{g \in G}; \dots, S_k = f_k(gx)|_{g \in G}.$$

Если при $i \neq j$ пересечение полных множеств управлений пусто, т.е.

$$S_i \cap S_j = 0,$$

то будем говорить, что объекты попарно различимы.

Условие (2) означает, что не существует таких g_1 и $g_2 \in G$, при которых

$$f_i(g_1 x) = f_j(g_2 x), \quad i \neq j.$$

Если (3) выполняется, то по модели M можно определить преобразования g (в частном случае – параметры функции качества).

Пусть в результате некоторого преобразования исходной модели M будет получена модель M' , характеризующаяся новым пространством задания U' , группой G' , действующей в этом пространстве, и функциями качества для каждого этапа жизненного цикла $f'_1(x')$, $f'_2(x')$, ..., $f'_k(x')$. Если при этом попарные пересечения новых полных множеств управлений пусты, т.е. $S'_i \cap S'_j = 0$ при $i \neq j$, то объекты в новой модели различимы.

Такие преобразования будем считать допустимыми. Среди допустимых будем искать такие преобразования моделей M в M' , при которых размерность пространства U' не больше размерности пространства U , а группа G' либо совпадает с G , либо является некоторой ее подгруппой. Второе условие важно для того, чтобы по новой модели M' можно было определить все или хотя бы часть параметров преобразования.

Преобразование моделей $M \rightarrow M'$ является, по сути, синтезом моделей этапов жизненного цикла изделия, который проводится на основе концептуальной модели предметной области.

Как следует из анализа алгоритма рис. 2, формализация задачи является одним из основополагающих этапов синтеза систем управления. При этом построение концептуальной модели является непреложным аспектом моделирования. Рассмотрим алгоритм построения концептуальной модели системы [4].

Традиционно КМ строятся на основе диалога человек-машина, при наличии развитого интерфейса человека с информационной моделью системы. На рис. 3 представлена схема управления, в которой управляющие воздействия вырабатываются на основе взаимодействия информационной и концептуальной моделей при принятии решения.

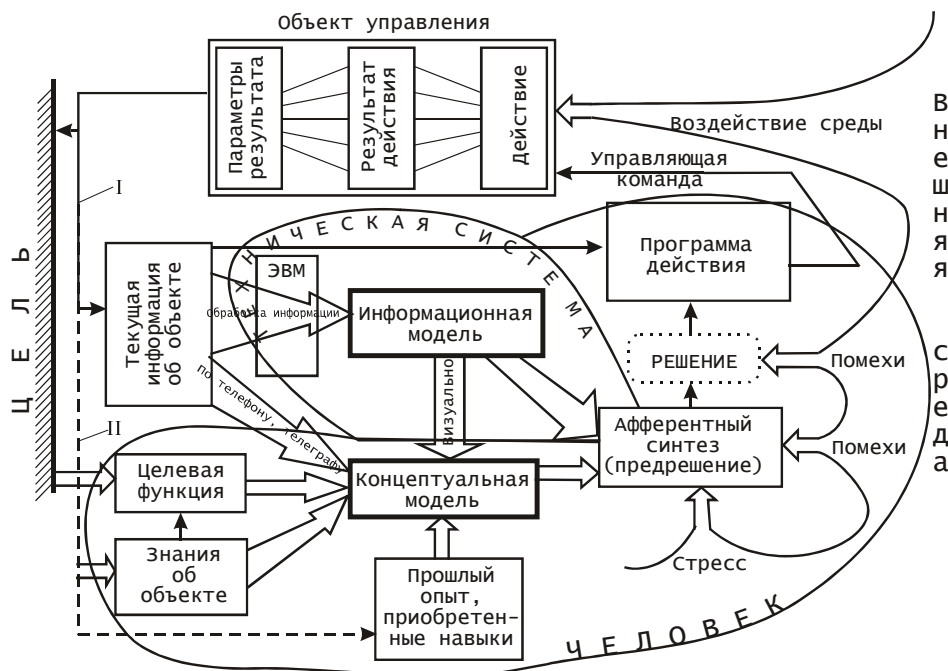


Рис. 3. Схема управления на основе взаимодействия информационной и концептуальной моделей при принятии решений

Схема управления состоит из двух контуров обратной связи. По первому контуру обратной связи поступает информация о состоянии управляемого объекта в данный момент времени; пройдя обработку на ЭВМ, она визуально отображается на информационной модели.

Второй контур обратной связи формируется на основе организации взаимодействия человек-машина, в которой человек, основываясь на прошлом опыте, приобретенных навыках, согласуя свои действия с целевой функцией, знаниями об объекте, а также в ходе взаимодействия с информационной моделью объекта принимает решения по управлению. Для первичной формализации деятельности по выработке решений создается концептуальная модель как основа (первая стадия) моделирования.

В стадии афферентного синтеза («предрешения») решается главнейший вопрос формирования поведенческого акта: какой полезный результат должен быть получен в данной ситуации и при данной комбинации указанных побуждений. Эта стадия – начало процесса выработки решения, и здесь может быть несколько (теоретически – великое множество) вариантов решения. Мозг человека осуществляет выбор того основного варианта, который наиболее целесообразен с точки зрения цели и может дать полезный эффект в данной конкретной ситуации. При этом извлекаются (непрерывно сканируются) результаты всех прошлых действий в аналогичных ситуациях и сопоставляются с потребностью данной ситуации до тех пор, пока целевая функция (как эталон для сканирования) не станет вполне соответствовать одному из результатов прошлого. Прошлый опыт, практика, таким образом, выступает в качестве критерия истины.

Выбранное таким образом решение как замысел на предстоящее действие далее оценивается с помощью нейрофизиологического аппарата, получившего название «акцептор результатов действия». В этом акцепторе мысленно прогнозируется результат действия. Этот аппарат, опережающий и предсказывающий свойства будущего результата, в конце каждого элементарного действия немедленно сличает его параметры с параметрами прогнозированного результата, и в случае совпадения эти результаты являются «санкцией» при формировании следующего этапа поведения. Одновременно происходит так называемое «обогащение акцептора результатов действия» (самообучение интеллекта) на базе обратных связей.

Заключение

Таким образом, дается решение актуальной проблемы высокоэффективного управления сложными иерархическими распределенными производственными системами за счет развития единого функционально-целевого подхода к синтезу систем их управления на основе информационных технологий и создания средств построения концептуальной модели предметной области. Анализ нейрофизиологического поведения ЛПР в процессе выбора решения по управлению сложной производственной системой позволяет оптимизировать системы поддержки принятия решений.

Список литературы

1. Моисеев, Н. Н. Математические основы системного анализа / Н. Н. Моисеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 488 с.
2. Урличич, Ю. М. Управление качеством космической радиоэлектронной аппаратуры в условиях глобальной открытой экономики / Ю. М. Урличич, Н. С. Данилин. – М. : Макс Пресс, 2003. – 204 с.
3. Самарский, А. А. Математическое моделирование / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – М. : Физматлит, 2002. – 320 с.
4. Юрков, Н. К. Синтез концептуальной модели предметной области. Особенности моделирования сложных систем / Н. К. Юрков // Измерительная техника. – 2004. – № 2. – С. 11–14.
5. Юрков, Н. К. Особенности управления сложными системами на основе концептуальных моделей / Н. К. Юрков // Измерительная техника. – 2004. – № 4. – С. 14–16.

Дедков Виталий Кириллович

доктор технических наук, профессор,
научный сотрудник отдела безопасности
и нелинейного анализа,
Учреждение Российской академии наук,
Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН
(119333, Россия, г. Москва, ул. Вавилова, 40)
8-(495)-135-61-95
E-mail: dedkov-33@rambler.ru

Dedkov Vitaliy Kirillovich

doctor of technical sciences, professor, the scientific
worker of the division of safety and nonlinear analysis,
Dorodnicyn Computer Center
of the Russian academy of sciences
(119333, 40 Vavilova street, Moscow, Russia)

Юрков Николай Кондратьевич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой,
кафедра конструирования
и производства радиоаппаратуры,
Пензенский государственный университет
(440026, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
8-(412)-56-43-46
E-mail: yurkov_NK@mail.ru

Аннотация. Ядром управления, системой является принятие решений. Системотехнический подход к принятию решений позволяет обосновать исходные данные и произвести селекцию возможных вариантов (стратегий) достижения целей. Стратегии – это способы использования активных средств, направленных на достижение цели операции. Рассмотрены способы достижения цели операции. Показано, что процесс выработки решения состоит из процесса получения результатов и процесса анализа результатов. Дан подход к построению концептуальной модели предметной области. Получена схема принятия решений на основе взаимодействия информационной и концептуальной моделей.

Ключевые слова: системный подход, принятие решений, проблемная ситуация, критерии и показатели эффективности процесса, концептуальная модель.

УДК 519.7

Дедков, В. К.

Применение системотехнического анализа при управлении предприятием / В. К. Дедков, Н. К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 4 (8). – С. 53–60.

Yurkov Nikolay Kondrat'evich

doctor of technical sciences, professor,
head of sub-department of radio equipment
design and production,
Penza State University
(440026, 40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Abstract. The management system is the core of decision-making. System technical decision-making approach enables you to substantiate the source data and make the selection options (strategies) for achieving the objectives. Strategy is the use of active means to achieve the objectives of the operation. Learn how to achieve the objectives of the operation. Shows that the decision-making process is the process of getting results and the analysis of the results. An approach to the construction of the conceptual domain model. Received decision tree based on the interaction of information and conceptual models.

Key words: systematical approach, decision making, problem situation, criteria and indicators of the efficiency of the process, the conceptual model.