

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности |



Том 3 Номер 2(8)



2018



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

-
1. **Балашов О.В., Букачев Л.С.** Метод автоматизированного оперативного управления социально-экономическими системами 2

Balashov O.V., Bukachev D.S. Method of the Automated Operational Administration Social and Economic Systems

-
2. **Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Курбетьев К.В.** Сравнение статистических критериев для проверки гипотезы о наличии тренда применительно к задаче экстремального регулирования 11

Ryabchikov M.Yu., Ryabchikova E.S., Kurbetyev K.V. Comparison of Statistic Test for Verification of the Hypothesis on the Existence of Trend Applied to the Problem of Optimum Control

-
3. **Балашов О.В., Лосева В.А.** Генерация управляющих решений в системах поддержки принятия решений с помощью механизмов ситуационного управления 17

Balashov O.V., Loseva V.A. Generation of Operating Decisions in Decision Support Systems of by Means of Mechanisms of Situational Management

-
4. **Кондратова В.Н., Мослякова А.Л.** Анализ существующих подходов к оценке управляющих решений и предложения по их совершенствованию 26

Kondratova V. N, Mosljakova A.L. The Analysis of Existing Approaches to the Estimation of Operating Decisions and Offers on their Perfection

-
5. **Фирсова П.Ю.** Применение модели дерева решений для интерпретации диаграммы структурного аспекта рисков 34

Firsova P.Yu. Application of the Decision Tree Model for Interpretation of the Diagram of the Structural Aspects of Risks



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 519

МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

¹Балашов О.В., ²Букачев Д.С.

¹Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия (21400, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Предлагается метод, позволяющий в ходе реализации плана осуществлять автоматизированную идентификацию текущей обстановки, сравнение ее с плановой и выработку решений на продолжение выполнения плана с необходимой коррекцией или выполнение перепланирования.

Ключевые слова: план, задача, оперативное управление, текущая обстановка, плановая обстановка, сравнение обстановок.

METHOD OF THE AUTOMATED OPERATIONAL ADMINISTRATION SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS

¹Balashov O.V., ²Bukachev D.S.

¹Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (21400, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

The method allowing during realisation of the plan to carry out automated identification of current conditions, its comparison with planned and development of decisions on continuation of performance of the plan with necessary correction or replanning performance is offered.

Keywords: plan, administrative task, the operational administration, flowing conditions, planned conditions, comparison of conditions

Должностные лица, на которых возложено управление подчиненными организациями, принятие решений в процессе руководства относятся к категории руководителей. Их деятельность характеризуется следующими особенностями:

- при централизации принятия решений резко возрастают объемы информации, уменьшается время на обдумывание и анализ, растут сложности комплексного учета всех факторов;

- велика доля текущих задач, не позволяющих сосредоточиться на главных целях;

- в процессе деятельности преобладают приемы, обусловленные привычками, опытом, традициями и другими неформализуемыми обстоятельствами;

- при принятии решения руководитель не всегда в состоянии описать и даже представить достаточно полную умозрительную модель ситуации, а вынужден использовать лишь некоторое представление о ней;

- деятельность руководителя в значительной мере зависит от темперамента и стиля деятельности, от степени знания причин и следствий, ясности представления взаимосвязей, объема имеющейся информации.

Схема принятия решений руководителем показана на рисунке 1.

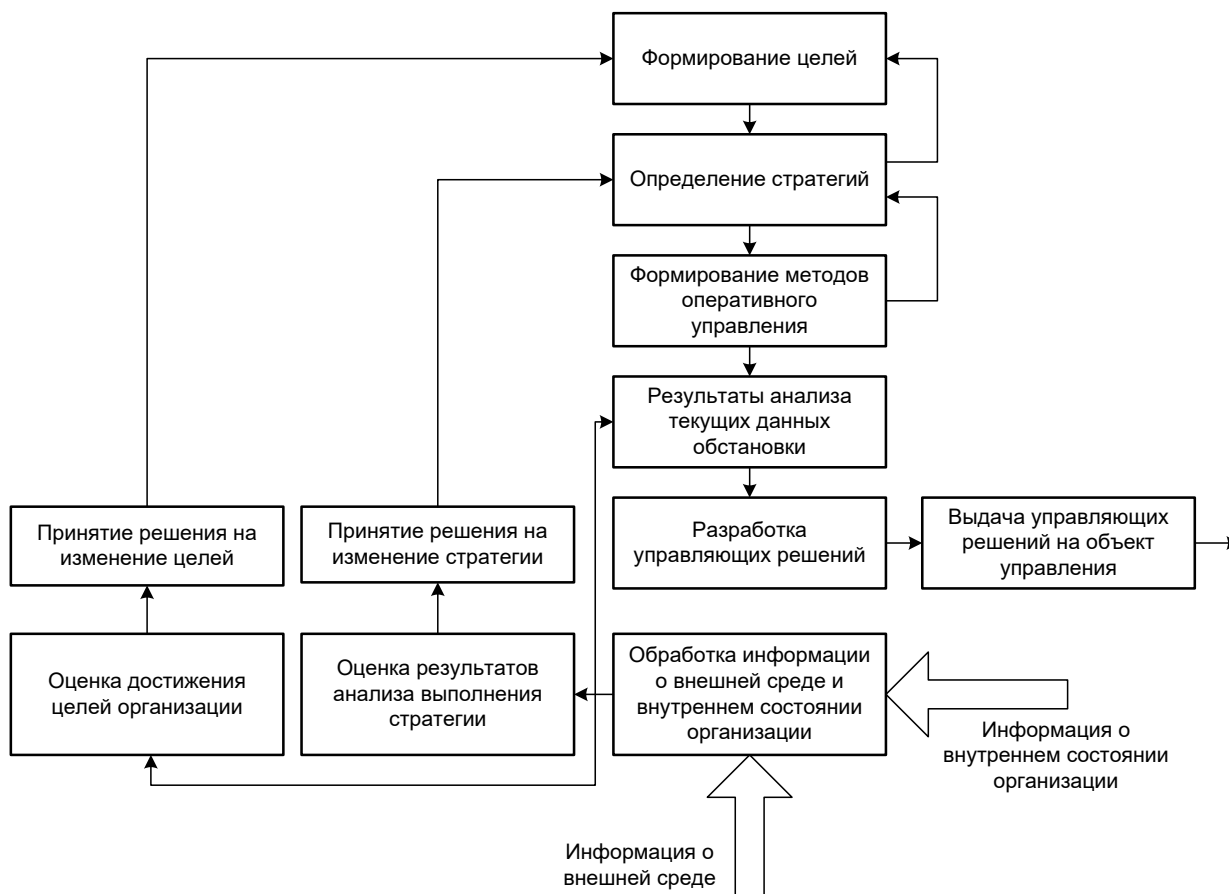


Рисунок 1 – Схема принятия управленческих решений

По мере развития методов оперативного управления, выработки стратегических решений и формирования целей возникло понимание, что руководителю требуется компьютерная поддержка в принятии решений. Как известно, в основе управленческой деятельности лежит план предстоящих действий. Данный план представляет собой комплекс задач подчиненных подразделений (далее объектов), входящих в состав социально-экономической системы, сбалансированных по времени выполнения и ресурсам, и направленных на достижение цели функционирования. Для своевременной выдачи рекомендаций на выполнение плана он должен иметь формализованное представление и характеризоваться набором параметров, позволяющих оценить ход выполнения плана. Предлагаемая структура и основные показатели плана предстоящих действий показаны на рисунке 2, здесь Π_{ϕ} – уровень функциональных возможностей объекта Q_{A1} по выполнению задач Z_{1i} , где i – множество задач, которые может выполнять рассматриваемый объект [1]. Соответственно $\Pi_{\text{тр}}$ – это требуемый уровень функциональных возможностей для выполнения каждой конкретной задачи.

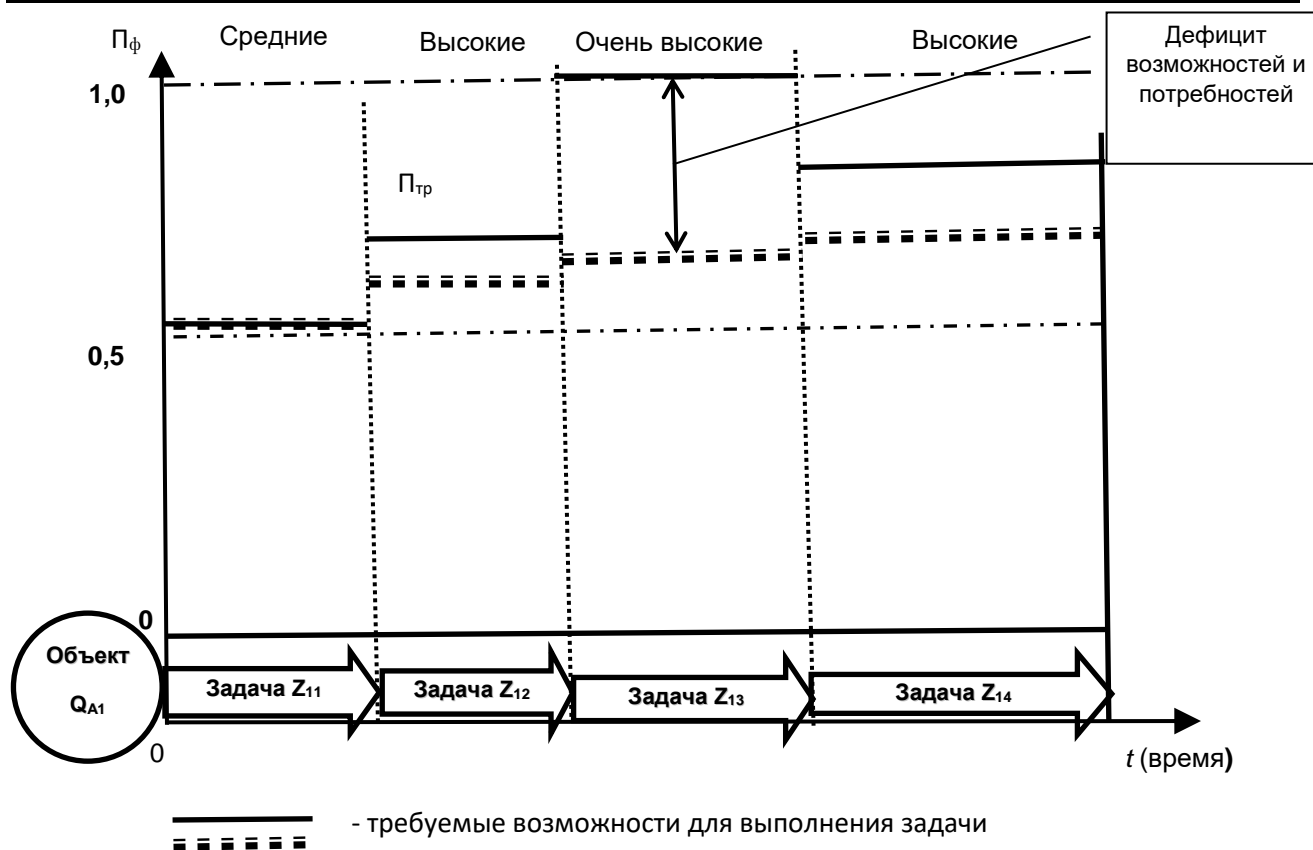


Рисунок 2 – Основные показатели плана предстоящих действий

Оценка плана предполагает оценку его возможных вариантов, что связано с разработкой моделей оценки задач, из которых он состоит. Под моделью задачи понимается программа, имитирующая процесс функционирования рассматриваемого объекта при выполнении данной задачи. Каждой задаче предлагается ставить в соответствие оценку ее реализуемости [1]. Что позволит оценить в конечном итоге, реализуемость всего плана в целом. Следовательно, компьютерный план должен представляться как программное обеспечение, моделирующее действия, определяющие порядок выполнения тех или иных задач подчиненными подразделениями.

Таким образом, в основу решения задачи автоматизации процессов планирования, предлагается положить теоретический подход, обеспечивающий формализацию процесса разработки плана предстоящих действий. В рамках данного подхода, опирающегося на метод ситуационного управления, план предстоящих действий определяется как совокупность планов перехода из ситуации в ситуацию на «пути» из текущей ситуации в целевую.

Практическая реализация подхода к формализации процесса разработки плана требует создания соответствующей методики, в которой должны быть решены задачи оценки целевой ситуации, формирования стратегии управления и планов перехода из ситуации в ситуацию.

В соответствии с рисунком 1, работа руководителя начинается с оценки обстановки. Под обстановкой понимается совокупность информации на фиксированный момент времени о составе рассматриваемой системы, взаимодействующих и конкурирующих с ней системах, о задачах, выполняемых подразделениями и наличии у них ресурсов, а также информация о внешней среде.

Рассматриваются два класса обстановок: текущая и плановая (прогнозируемая) [2]. Текущая обстановка «привязана» к оперативному времени функционирования системы и характеризует реальное состояние системы, а также систем, «связанных» с нею различными отношениями и местностью, на которой функционируют рассматриваемые системы.

Плановая обстановка характеризует плановое (прогнозируемое) состояние системы, а также систем, «связанных» с нею различными отношениями и местностью на которой функционируют рассматриваемые системы. Информация об обстановке поступает от подчиненных объектов в виде донесений. Оценка обстановки включает в себя три основных процесса:

- формирование текущей обстановки;
- формирование плановой обстановки;
- сравнение текущей обстановки с плановой и выдача рекомендаций на принятие решения.

Под формированием текущей обстановки понимается формирование совокупности полной и достоверной информации на текущий момент времени о своей системе, взаимодействующих и противоборствующих системах, а также условиях и местности, на которой функционируют эти системы.

Основными этапами формирования текущей обстановки являются:

- оценка топологических свойств систем, рассматриваемых в обстановке;
- определение общих задач, выполняемых системами и их объектами, а также текущего результата выполнения этих задач;
- оценка условий ведения боевых действий;
- обработка и оценка информации о наличии ресурсов у рассматриваемых систем.

Оценка топологических свойств систем, рассматриваемых в обстановке включает в себя:

- уточнение состава систем (функциональный состав, взаимодействующие и т.д.);
- уточнение временных структур и их состава;
- уточнение функциональных подсистем и их состава.

Уточнение состава систем проводится на основе информации, поступающей от подчиненных, вышестоящих и взаимодействующих объектов (органов управления). Уточнение состава проводится посредством включения или исключения объектов из состава рассматриваемых систем, а также установление или изменение отношений между объектами систем.

Уточнение временных структур и их состава состоит в определении перечня временных структур (как объектов), функционирование которых имеет место на текущий момент времени, а также состав этих структур на уровне объектов, входящих в состав организационно-штатной структуры той или иной системы. Результатом этого уточнения является изменение перечня временных структур, а также их состава.

Уточнение функциональных подсистем и их состава состоит в определении перечня этих подсистем, функционирующих в рамках рассматриваемых систем, а также уточнение их состава на уровне объектов организационно-штатной структуры той или иной системы.

Уточнение состава систем, их временных структур и функциональных подсистем может иметь место по результатам отождествления и распознавания информации о текущей обстановке. Распознавание информации о текущей обстановке предполагает идентификацию объекта на основе анализа его характеристик. Определение общей задачи, выполняемой объектом (системой), производится на основе анализа задач, выполняемых подобъектами, входящими в состав рассматриваемого объекта.

Множество задач $\{Z_{Q_i}\}$, выполняемых объектами $\{Q_j\}$, входящими в состав объекта Q_j , а также текущие результаты выполнения этих задач $\{R(Z_{Q_i})\}$ определяются в результате сбора информации об обстановке за эти объекты. Как правило, эта информация поступает от объектов Q_i на объект Q_j в виде докладов подчиненных.

На основе множества задач $\{Z_{Qi}\}$ формируется множество задач $\{Z_{Qj}\}$, которые может выполнять объект Q_j в рассматриваемый момент времени и в технологию выполнения которых входят задачи из множества $\{Z_{Qi}\}$.

Формирование множества задач $\{Z_{Qj}\}$ проводится по следующему алгоритму:

1. Для каждой задачи Z_{Qi} определяется множество задач $\{Z_{Qj}\}$, в технологию выполнения которых может входить рассматриваемая задача;
2. Для каждой задачи Z_{Qi} происходит упорядочение множества $\{Z_{Qj}\}$ по значениям показателей необходимости $N^T(Z_{Qi})$ и полезности $U(Z_{Qi})$;
3. По всем задачам $\{Z_{Qj}\}$ происходит формирование множества $\{n, Z_{Qj}\}$;
4. Определение текущего результата $R(Z_{Qj})$ выполнения общей задачи Z_{Qj} на основе обработки текущих результатов выполнения задач $\{Z_{Qi}\}$;
5. Выбор общей задачи с учетом показателей n , необходимости $N^B(Z_{Qj})$ и полезности $U(Z_{Qj})$, восстановленного результата $R(Z_{Qj})$ общей задачи Z_{Qj} .

$$Z_{Qj} = \max_n \max_N \max_U \{n, N^B(Z_{Qj}), U(Z_{Qj})\}. \quad (1)$$

Результатом восстановления информации о значениях параметров общей задачи является определение события $R(Z_{Qj})$, представляющего собой результат выполнения задачи Z_{Qj} на момент времени $t^{\text{об}}$.

Текущая обстановка на момент времени $t^{\text{об}}$ может характеризоваться совокупностью результатов по каждому из объектов Q , рассматриваемых в обстановке

$$C^{\text{т}}(R) = \cup \{ R(Z_{Q1}), R(Z_{Q2}), \dots, R(Z_{QN}) \}. \quad (2)$$

Под формированием плановой обстановки понимается формирование информации о своей системе, взаимодействующих и конкурирующих системах, а также условиях, в которой функционируют эти системы в фиксированный момент времени по плану предстоящих действий.

Определение времени и условий фиксации плановой обстановки может происходить по следующим вариантам: по фиксированному времени; по объектам (организационно-штатных структур, временных структур, функциональных подсистем); по выполняемым задачам; по событиям (результатам выполнения задач и состоянию систем); по наличию ресурсов и другим возможным вариантам. На практике при определении времени и условий фиксации плановой обстановки наибольшее распространение имеет комбинированное использование перечисленных вариантов [2].

После определения времени и условий фиксации плановой обстановки уточняется прогнозируемый состав всех систем, рассматриваемых в плане предстоящих действий. Под уточнением состава систем понимается определение множества объектов этих систем, функционирующих на момент времени фиксации плановой обстановки, а также прогнозируемых (плановых) отношений между этими объектами.

Для множества объектов рассматриваемых систем определяются их состояние и задачи, выполняемые ими на момент времени фиксации обстановки.

Необходимо отметить, что информация о состоянии, составе систем и задачах, выполняемых объектами этих систем, заранее predetermined (при планировании). В тех случаях, когда время фиксации плановой обстановки не совпадает по времени с началом и концом выполнения задач объектов различных систем, возникает необходимость определения состояния этих объектов на этот момент времени. Под определением состояния объекта понимается формирование информации о наличии, у объекта различных рода ресурсов, его функциональных возможностях, планируемой степени выполнения задачи на

фиксированный момент времени, а также возможностях по дальнейшему выполнению задачи.

Формирование информации о наличии ресурсов у подчиненных объектов системы на момент времени фиксации плановой обстановки $t^{пл}_{об}$ проводится посредством применения модели (расчетной процедуры), обеспечивающей расчет расхода ресурсов объектом Q на момент фиксации обстановки при выполнении им задачи Z . Результатом применения данной модели определяется наличие ресурсов у объекта Q на момент времени $t^{пл}_{об}$.

Помимо информации о ресурсах рассматриваемая модель обеспечивает расчет значения показателя $C^{пл}_{об}$, характеризующего степень выполнения объектом задачи Z на момент времени $t^{пл}_{об}$, а также формирование информации о текущем результате $R(Z_Q^T)$ выполнения задачи Z . В качестве информации о текущем результате выполнения задачи рассматривается информация о лингвистической формулировке результата $R(Z_Q^T)$, а также о значениях параметров этого результата на момент времени $t^{пл}_{об}$. В качестве параметров могут рассматриваться:

- продукция, произведенная объектом Q на момент времени $t^{пл}_{об}$;
- положение объекта Q на момент времени $t^{пл}_{об}$;
- объекты, на которые объект воздействует на момент времени $t^{пл}_{об}$.

Таким образом, плановая обстановка на момент времени $t^{пл}_{об}$ может характеризоваться совокупностью результатов по каждому из объектов Q , рассматриваемых в обстановке и может быть представлена в следующем виде

$$C^{пл}(R) = \cup \{R(Z_{Q1}), R(Z_{Q2}), \dots, R(Z_{QN})\}. \quad (3)$$

Для определения возможностей $P(Z)$ объекта Q по дальнейшему выполнению задачи Z должна использоваться модель оценки возможностей объекта Q по выполнению рассматриваемой задачи. Исходными данными для использования этой модели являются: информация о состоянии объекта Q на момент времени $t^{пл}_{об}$ и требуемый результат (согласно плану) выполнения задачи Z .

Сравнение текущей обстановки с плановой и формирование рекомендаций на принятие решений осуществляется в несколько этапов. Первым этапом является оценка степени соответствия текущей и плановой обстановок по объектам и отношениям между ними. Рассматриваемая оценка степени соответствия производится посредством выражения

$$\mu_{Ri}^Q = (m^Q - x^Q)/n^Q, \quad (4)$$

где m^Q – количество объектов текущей обстановки (множество Q_{Oi^T});

x^Q – количество объектов текущей обстановки, не имеющих в плановой обстановке (множество $Q_{Oi^\&}$);

n^Q – количество объектов плановой обстановки (множество $Q_{Oi^{пл}}$).

Множество $Q_{Ri^\&}$ определяется как результат пересечения множеств Q_{Oi^T} и $Q_{Oi^{пл}}$

$$Q_{Oi^\&} = \& (Q_{Oi^T}, Q_{Oi^{пл}}). \quad (5)$$

В качестве отношений O_i рассматриваются отношения, устанавливающие между объектами различного рода связи (например, организационно-штатная структура, временные структуры, взаимодействующие объекты и т.д.).

Вторым этапом является оценка степени соответствия текущей и плановой обстановок по задачам объектов и результатам выполнения этих задач. Рассматриваемая оценка степени соответствия производится посредством выражения

$$m_Q^Z = (m_Z^Q - x_Z^Q) / n_Z^Q, \quad (6)$$

где m_Z^Q – количество задач, выполняемых объектами текущей обстановки (множество Z_Q^T);
 x_Z^Q – количество задач, выполняющихся объектами текущей обстановки, не имеющихся в плановой обстановке (множество $Z_Q^{\&}$);

n_Z^Q – количество объектов плановой обстановки (множество $Z_Q^{пл}$).

Множество $Z_Q^{\&}$ определяется как результат пересечения множеств Z_Q^T и $Z_Q^{пл}$

$$Z_Q^{\&} = \& (Z_Q^T, Z_Q^{пл}). \quad (7)$$

С учетом важности задач, входящих в множество $Z_Q^{\&}$, это множество может быть представлено в виде

$$Z_Q^{\&} = \{N(Z_Q^{\&}), Z_Q^{\&}\} \quad (8)$$

Каждому из множеств $Z_Q^{\&}$, Z_Q^T , $Z_Q^{пл}$ ставится в соответствие множество результатов (плановых и текущих), которые собственно и образуют содержание текущей и плановых обстановок. Каждому текущему $R(Z_Q^T)$ и плановому результату $R(Z_Q^{пл})$ соответствуют параметры, состав которых определяется задачей, соответствующих рассматриваемому событию.

Каждой задаче Z и результату ее выполнения $R(Z_Q)$ может соответствовать определенное множество параметров (состав этого множества определяется физическим смыслом задачи и результата ее выполнения). Среди параметров задач выделяются следующие группы: объекты воздействия (Q), продукция (V), параметры отображения (S), ресурсы (P). Сравнение текущих и плановых значений параметров задач производится по каждой из перечисленных групп посредством использования соответствующих процедур оценки степени выполнения задач объектами ОТС. Помимо сравнения значений параметров задач указанные процедуры позволяют сформировать собственно текущие результаты выполнения этих задач и оценочные показатели степени выполнения задач объектами ОТС.

Результат сравнения текущего $R(Z_Q^T)$ и планового результата $R(Z_Q^{пл})$ объекта Q может быть представлен в виде

$$\mu(A(Z)) = (\langle \eta/Q \rangle, \langle \eta/V \rangle, \langle \eta/S \rangle, \langle \eta/P \rangle), \quad (9)$$

где η – характеристическая функция, показывающая степень соответствия текущих и плановых значений параметров каждой группы (Q, V, S, P).

Результатом оценки степени выполнения текущих задач объектами ОТС является формирование множества оценочных показателей $\{D(Z_{Qi})\}$, характеризующих степень соответствия текущего и планового результата выполнения объектом Q задачи Z . Формирование множества $\{D(Z_{Qi})\}$ является результатом оценки соответствия текущей $C^T(R)$ и плановой обстановок $C^{пл}(R)$.

Оценка степени соответствия текущей и плановой обстановки может быть представлена в виде

$$\mu = \sum_{i=1}^I D(Z_{Qi}) N^B(Z_{Qi}) U(Z_{Qi}) / \sum_{i=1}^I N^B(Z_{Qi}) U(Z_{Qi}), \quad (10)$$

где I – количество задач, выполняемых объектами Q ;

$D(Z_{Qi})$ – степень соответствия текущего и планового результата выполнения объектом Q_i задачи Z_{Qi} ;

$N^B(Z_{Qi})$ – взаимная важность задачи Z_{Qi} ;

$U(Z_{Qi})$ – полезность текущего результата выполнения задачи Z_{Qi} .

На основе текущих значений параметров задачи могут быть определены возможности объекта по дальнейшему выполнению этой задачи. В основе формирования данных показателей лежит использование моделей оценки возможностей объектов по выполнению своих функциональных задач [2].

На основе известного множества задач $Z_{Q_i}^T$, выполняемых объектами на текущий момент времени, могут быть определены их последующие задачи. В основе этого определения лежит использование технологической важности задач $N^T(Z)$. Для каждого объекта Q_i^T , рассматриваемого в текущей обстановке, может быть определено множество последующих задач, которые могут выполняться после текущей задачи. Исходными данными для определения последующих задач являются:

- состояние объекта Q_i^T на момент времени фиксации обстановки;
- задача $Z_{Q_i}^T$ и ее текущий результат на момент времени фиксации обстановки.

Определение последующих задач из множества $\{Z_{Q_i}^n\}$ проводится посредством определения и оценки полезности требуемого результата каждой из задач рассматриваемого множества посредством выражения

$$Z_{\text{рац}} = \max_{N(Z)} \max_{U(Z)} (\{Z_{Q_i}^n\}) \quad (11)$$

Таким образом, для каждой из множества задач $Z_{Q_i}^T$ может быть определена одна или несколько последующих задач (упорядоченных по важности и полезности). Множество последующих задач, которые объекты, рассматриваемые в текущей обстановке, могут выполнять после выполнения текущих задач позволяет строить сценарии (прогнозы) возможных действий, а также использоваться для оценки соответствия выполняемого плана текущей обстановке.

Уточнение рациональной последующей задачи может быть произведено посредством учета оценки возможностей объекта по выполнению задач из множества $\{Z_{Q_i}^n\}$. В этом случае необходимо доопределение последующих задач. Выбор последующей задачи производится посредством выражения

$$Z_{\text{рац}} = \max_{N(Z)} \max_{P(Z)} \max_{U(Z)} (\{Z_{Q_i}^n\}). \quad (12)$$

Предложенный метод позволяет в ходе реализации плана осуществлять автоматизированную идентификацию текущей обстановки, сравнение ее с плановой и выработку решений на продолжение выполнения плана с необходимой коррекцией или выполнение перепланирования.

Список литературы

1. Балашов О.В., Кондратова Н.В., Ошеров А.Я. Советующие системы для принятия решений при управлении организационно-техническими системами. Смоленск, изд. СФ РУК. 2012.
2. Балашов О.В., Кондратова Н.В. Теория возможностей и ее применение для принятия решений в социально-экономических системах. – Смоленск: Изд-во СФ РУК, 2010.

References

1. Balashov O. V, Kondratova N.V., Oshero A.JA. Advis of system for decision-making at management of organizational-technical systems. Smolensk: Publishing house of Council of Federation of RUC. 2012. (in Russian)
 2. Balashov O. V, Kondratova N.V. Theory of possibilities and its application for decision-making in social and economic systems. - Smolensk: Publishing house of Council of Federation of RUC, 2010. (in Russian)
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 519

ГЕНЕРАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕХАНИЗМОВ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Балашов О.В., Лосева В.А.

Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2), e-mail: smradio@mail.ru

Рассматриваются способы генерации управляющих решений с помощью механизмов ситуационного управления, сделан вывод о необходимости усовершенствования классического (Поспеловского) метода. Показана возможность для формализованного описания информационных ситуаций использовать продукции, представленные в виде нечётких множеств второго уровня. Предлагаемый способ формализованного представлений ситуаций и генерации управляющих решений позволяет создавать логические механизмы автоматизированного формирования планов выполнения работ (оказания услуг)

Ключевые слова: решение, неопределённость, выбор, объём информации, достоверность, отношение предпочтения.

GENERATION OF OPERATING DECISIONS IN DECISION SUPPORT SYSTEMS OF BY MEANS OF MECHANISMS OF SITUATIONAL MANAGEMENT

Balashov O.V., Loseva V.A.

Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

Ways of generation of operating decisions by means of mechanisms of situational management are considered, the conclusion is drawn on necessity of improvement of a classical (Pospelovsky) method. Possibility for the formalized description of information situations is shown to use production, presented in the form of indistinct sets of the second level. The offered way formalized representations of situations and generation of operating decisions allows to create logic mechanisms of the automated formation of plans of performance of jobs (rendering of services)

Keywords: decision, uncertainty, choice, information volume, reliability, the preference relation

Анализ научной литературы [1, 2] показывает, что существующий подход к разработке систем поддержки принятия решений (СППР) ориентирован на их применение в системах с узкой предметной областью, функционирующих в условиях, при которых возможно накопление статистической информации о закономерностях работы рассматриваемой системы с учетом влияния различных факторов. В основном, в качестве таких систем рассматриваются производственные системы, системы автоматизированного проектирования и ряд других. Вместе с тем, существуют объекты, представляющие собой организационно-технические системы, функционирующие в условиях нестатистического влияния внешних и

внутренних факторов обстановки [3], а также требующих в процессе своего управления одновременного анализа конечного множества предметных областей в весьма ограниченное время. Нестатистичность влияния внешних и внутренних факторов определяется следующими причинами:

- отсутствие достоверных данных о предстоящих действиях конкурентов;
- наличие элемента случайности при проявлении различных факторов обстановки;
- невозможность практической реализации в процессе накопления статистики всех возможных проявлений внешних и внутренних факторов обстановки.

Как известно, одной из основных функций СППР является генерация и оценка управляющих решений, направленных на достижение цели, стоящей перед рассматриваемой системой [3]. В качестве основного методического подхода к решению задачи генерации управляющих решений предлагается использовать метод ситуационного управления (МСУ) [4].

Основным понятием, рассматриваемым в МСУ, является понятие "ситуации". Под ситуацией понимается некоторое фиксированное множество значений внешних и внутренних факторов обстановки [4], описывающее состояние рассматриваемой системы в различных условиях среды. Структурно, ситуация представляет собой набор значений ситуационных признаков, каждый из которых характеризует внутренний или внешний фактор обстановки. Фиксированное множество значений ситуационных признаков, рассматриваемых на некотором пункте управления системы, образует структуру типовой для этого пункта ситуации функционирования.

Формализованное представление ситуаций возможно с использованием существующих способов представления знаний [1, 2]: продукции; фреймы; логика исчисления предикатов; семантические сети. В качестве наиболее распространенного подхода к представлению ситуаций рассматривается использование продукций. Одной из серьезных проблем, возникающих при обработке ситуаций, является необходимость анализа значений множества ситуационных признаков, имеющих различный физический смысл и размерность. Для решения данной проблемы, в работе [5] ситуации описываются как продукции, представленные в виде нечёткого множества второго уровня, где текущие значения ситуационных признаков представляются в виде функций принадлежности, характеризующих их близость к эталонным значениям.

В МСУ рассматривается решение трех основных задач: идентификация текущей ситуации; классификация типовых ситуаций; формирование и реализация стратегий управления объектами системы.

Создание логических механизмов автоматизированного формирования планов выполнения работ (оказания услуг), а также формализованного представления этих планов предполагает использование метода ситуационного управления (МСУ). Однако, существующий МСУ обладает следующими недостатками:

- необходимость накопления множества всех возможных ситуаций функционирования системы, а также "привязки" к этим ситуациям соответствующих УР;
- отсутствие средств оценки целесообразности перехода системы из одной ситуации в другую.

Предлагается подход к усовершенствованию МСУ, свободный от перечисленных недостатков и предусматривающий использование данного метода при решении следующих задач:

- генерация УР при идентификации текущей ситуации;
- формализованное представление цели функционирования системы;
- определение структуры плана выполнения работ (оказания услуг);
- согласование УР при разработке плана перехода системы из одной ситуации в другую;

- формализованное представление плана боевых действий.

Предлагаемые способы решения перечисленных задач положены в основу разработки методического подхода к автоматизированному формированию планов боевых действий.

Информационная ситуация представляет собой совокупность ситуационных признаков $u \in Y$, каждый из которых характеризует внешний или внутренний фактор обстановки [4]. Целью идентификации данной ситуации является генерация соответствующих ей управляющих решений. В существующем МСУ отсутствует сформировавшийся подход к генерации управляющих решений. В большинстве работ по МСУ процесс генерации управляющих решений ограничивается идентификацией текущей ситуации, которой поставлено в соответствие некоторое множество управляющих решений [4, 6]. Такое предположение делает необходимым накопление всех возможных ситуаций функционирования системы, что является причиной серьезных практических трудностей при разработке механизмов ситуационного управления.

Во-первых, накопление всех возможных ситуаций предполагает длительное обучение некоторой интеллектуальной системы в процессе функционирования системы.

Во-вторых, на сегодняшний день в существующих работах по МСУ отсутствуют подходы к созданию логических механизмов задания соответствия между идентифицированной "новой" ситуацией и управляющими решениями.

В третьих, задание соответствия между ситуацией и управляющими решениями требует обработки мнений экспертов, что для систем, функционирующих в условиях дефицита времени на принятие решения, не всегда возможно.

В четвертых, ситуационные признаки, образующие структуру ситуации представляют собой довольно большое число различных факторов обстановки, значениям каждого из которых могут ставиться в соответствие разные управляющие решения. Следовательно, кажется проблематичным оперативное определение множества управляющих решений, соответствующих "новой" ситуации, в силу необходимости обработки большого объема информации.

В качестве одного из подходов к решению рассматриваемого недостатка является задание соответствия не между ситуацией и управляющими решениями, а между значениями ситуационных признаков и управляющими решениями. Целесообразность такого подхода объясняется следующими причинами:

- каждый из ситуационных признаков $u \in Y$, характеризующий некоторый фактор обстановки имеет конечное множество возможных значений T_y^1 , каждому из которых, в свою очередь, соответствует конечное множество императивов УР (r_i^j);

- реализация данного подхода предполагает согласование множества управляющих решений, сгенерированных при идентификации значений различных ситуационных признаков, однако, решение данной задачи с практической точки зрения менее сложно, чем задание соответствия между "новой" ситуацией и управляющими решениями.

Практическая реализация предлагаемого подхода требует разработки правил выбора ситуационных признаков. К подобным правилам можно отнести следующие положения:

- рассматриваемый фактор обстановки должен иметь одно и более возможных значений T_y^1 ;

- каждому значению T_y^1 могут быть поставлены в соответствие императивы одного и более управляющих решений $\{r_i^j\}$;

- зависимость между двумя и более ситуационными признаками может быть только на уровне соответствующих им управляющих решений;

- значение каждого ситуационного признака $u \in Y$ может быть определено в результате идентификации частной ситуации s^y .

Для формализованного описания информационных ситуаций предлагается использовать продукции, представленные в виде нечётких множеств второго уровня [5].

Подобное описание позволяет решить такую проблему, возникающую при обработке ситуаций, как одновременный анализ значений множества ситуационных признаков, имеющих различный физический смысл и размерность

$$s = \{ \langle \langle \mu_s(T_y^i) / T_y^i \rangle \rangle \}, \quad (1)$$

где $\mu_s(y)$ – функция принадлежности текущего значения T_y^i ситуационного признака $y \in Y$ одному из множества L его возможных лингвистических значений T_y^i .

Предлагается рассматривать три группы ситуационных признаков. К первой группе относятся ситуационные признаки, характеризующие внутренние факторы обстановки (Y_1). Ко второй группе относятся ситуационные признаки, характеризующие внешние факторы обстановки (Y_2). Третью группу образуют ситуационные признаки, характеризующие функциональные возможности системы (Y_3). Необходимость введения данной группы вызвана тем, что значениям ситуационных признаков этой группы соответствуют такие управляющие решения, которые не могут быть поставлены в соответствие значениям ситуационных признаков первой и второй групп. Идентификация текущего значения каждого ситуационного признака y из множества $Y = \cup(Y_1, Y_2, Y_3)$ проводится с помощью соответствующего ему логического механизма. Логические механизмы идентификации текущих значений ситуационных признаков групп Y_1 и Y_2 представляют собой набор правил, определяющих порядок сбора и обработки соответствующей информации. Процесс идентификации конкретного значения $T_{y1,2}^i$ проводится с использованием правил логического вывода при обработке соответствующей информации. Содержание данных правил определяется физическим смыслом рассматриваемого ситуационного признака. Выделяются два условия активизации логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков групп Y_1 и Y_2 , соответственно, окончание периода обновления информации ($T_{обн}$) и получение информации от других объектов системы и внешних источников.

Для создания логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков группы Y_3 предлагается использовать логико-лингвистические шкалы (ЛЛШ) оценки возможности [5], представляющие собой распределение качественных оценок функциональных возможностей объектов системы по нормированной числовой шкале с диапазоном $[0,1]$. Множество значений ситуационного признака $y \in Y_3$, представляет собой множество качественных оценок соответствующей ему ЛЛШ. Условием активизации логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков группы Y_3 являются: окончание периода обновления информации ($T_{обн}$) и идентификация текущих значений признаков групп Y_1 и Y_2 , приводящих к изменению значений ситуационных признаков Y_3 .

Существует два варианта идентификации текущих значений ситуационных признаков: в один и тот же момент времени может быть идентифицировано только одно значение ситуационного признака $y \in Y$; в один и тот же момент времени может быть идентифицировано два и более значений ситуационного признака $y \in Y$.

Первый вариант имеет место для практического большинства ситуационных признаков, которым может соответствовать в фиксированный момент времени только одно явление действительности.

Второй вариант характерен для ситуационных признаков, которым может соответствовать два и более подобных явлений. Например, ситуационному признаку "Погодные условия" в фиксированный момент времени могут соответствовать такие значения как "осадки", "ветер" и т.д.

В предлагаемом подходе к организации ситуационного управления рассматривается следующий способ идентификации текущей ситуации. В состав СППР вводится механизм

отслеживания периода обновления информации $T_{обн}$ по каждому ситуационному признаку $u \in Y$. При окончании $T_{обн}$ для каждого $u \in Y$ производится активизация логического механизма идентификации его текущего значения. Задача данного механизма состоит:

- в сборе необходимых данных для расчета значений рассматриваемых показателей;
- в анализе полученных значений показателей и определении на их основе функции принадлежности текущего значения T_y^t ситуационного признака $u \in Y$ тому или иному лингвистическому значению из множества $\{T_y^1\}$;
- в выявлении причин, приведших к идентификации текущего значения T_y^t ;
- в запуске процедур генерации императивов управляющих решений и оценки их свойств.

Под идентифицированной ситуацией функционирования системы понимается набор $\{T_y^t\}$ значений рассматриваемого множества ситуационных признаков Y , отличающийся от ранее сформированного набора $\{T_y^{t-1}\}$, значением хотя бы одного признака $u \in Y$.

В рамках предлагаемого способа, УР соответствующие значениям СП представляются в виде императивов p_i^j . Императивы представляют собой функциональные символы предикатов первого порядка, значения которых рассматриваются как лингвистическое описание смысла соответствующих им УР [4, 5]. Для формализованного описания содержания УР предлагается использовать выражение вида

$$f_{in}^j = p_i^j(x_1, \dots, f_i^{j-e}(x_{z+v}))_n; \quad j = \overline{1,4}; \quad i = \overline{1,I}; \quad n = \overline{1,N}; \quad e = \overline{1,2}, \quad (2)$$

где f_{in}^j - идентификатор управляющего решения;

j – вид управляющего решения;

i – номер управляющего решения в перечне управляющих решений j -го вида;

n – индекс, характеризующий отличие сформированного ЛПП содержания УР от ранее сформированных содержаний этого решения.

В качестве переменных x_z могут рассматриваться объекты системы и их функциональная аппаратура, а также различные элементы действительности, имеющие отношение к реализации УР. Помимо переменных x_z в (2), могут иметь место константы (k) и функциональные символы типа $f_i^{j-e}(x_z)$, причем последние представляют собой управляющие решения более низкого уровня, входящие в технологию выполнения рассматриваемого решения.

Генерация императивов управляющих решений $\{p_i^j\}$ производится после идентификации текущего значения рассматриваемого ситуационного признака $u \in Y$. Предлагается рассматривать два условия генерации управляющих решений: по факту изменения значения ситуационного признака; по факту идентификации конкретного значения ситуационного признака, которому ставится в соответствие некоторое множество императивов управляющих решений $\{p_i^j\}$.

Первое условие предполагает генерацию одних и тех же императивов управляющих решений при каждой идентификации изменения (как правило уменьшения) текущего значения ситуационного признака. Например, управляющее решение "Обеспечить ГСМ" может формироваться при каждой идентификации уменьшения текущего значения ситуационного признака "Наличие ГСМ". Примером второго условия генерации управляющих решений может являться решение "Оценить погодные условия" в случае идентификации значения "Наличие осадков" ситуационного признака "Осадки".

Для формализованного описания соответствия множества значений $T_y = \{T_y^1\}$ ситуационного признака $u \in Y$ множеству императивов управляющих решений $P_y = \{p_i^j\}$ предлагается использовать матрицу соответствия вида

$$\Gamma(T_y, P_y, C) = \begin{matrix} & p_1^j & p_2^j & p_3^j & p_4^j \dots & p_i^j \\ \begin{matrix} T_1^j \\ T_2^j \\ \dots \\ T_y^j \end{matrix} & \left| \begin{matrix} 1 & 0 & 0 & 1 \dots 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \dots 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & 1 & 1 \dots 1 \end{matrix} \right. & , . \end{matrix} \quad (3)$$

Таким образом, каждому значению T_y^1 ситуационного признака $u \in Y$ ставится в соответствие множество императивов управляющих решений $P_y^1 = \{p_i^j\}$.

Необходимо отметить, что при идентификации значения T_y^t рассматривается не всё множество P_y^t , соответствующих ему императивов управляющих решений, а лишь те из них, которые направлены на устранение причин, приведших к идентификации данного значения. Для выявления данных причин целесообразна разработка логических правил, осуществляющих анализ значений показателей, используемых при идентификации текущего значения рассматриваемого ситуационного признака. Например, из множества императивов управляющих решений, соответствующих текущему значению "низкие" ситуационного признака "Огневые возможности", может быть сгенерирован императив управляющего решения "сменить позицию" вследствие наличия такой причины, как влияние рельефа местности. Логические правила выявления подобных причин должны входить в логический механизм идентификации текущего значения каждого ситуационного признака из множества $u \in Y$.

При идентификации текущей ситуации возникает задача согласования императивов управляющих решений, входящих в множество P_y^t , $\forall u \in Y$. Для решения данной задачи предлагается производить оценку такого свойства управляющих решений, как непротиворечивость. При оценке непротиворечивости производится проверка императивов управляющих решений на возможность совместного выполнения, а также на их включение друг в друга. Проверка императивов управляющих решений на возможность совместного выполнения производится путем их по парного сравнения с множеством несовместных императивов, хранящихся в базе знаний СППР в виде

$$p_1^j \cap p_2^j = \emptyset. \quad (4)$$

Несовместность управляющих решений может быть вызвана различного рода техническими и организационными ограничениями.

Под включением понимается случай, когда императив управляющего решения p_1^j , входит в технологию выполнения императива управляющего решения p_2^j . Проверка на включение производится с помощью выражения

$$p_i^j \supset \{ \langle {}^1 p_i^{j-1} \rangle \}, j=2,3,4 \quad (5)$$

где $\langle {}^1 p_i^{j-1} \rangle$ – императивы управляющих решений вида $j-1$, образующих первый уровень дерева управляющих решений, соответствующего императиву p_i^j .

Данное выражение, определяющее множество императивов одноуровневых управляющих решений необходимых для выполнения рассматриваемого управляющего решения. Определение множества (5) для каждого императива управляющего решения из множеств P_y^t производится с помощью матриц соответствия.

Проверка управляющих решений на непрерывность, недублетность и изолированность по времени возможна только лишь после определения прогнозируемых результатов их выполнения.

Непрерывность обеспечивается возможностью выполнения управляющих решений, входящих в технологию рассматриваемого решения.

$$\begin{array}{l}
 f_1 \circ \\
 f_2 \quad \Pi(f_2) = 0 \rightarrow \Pi(f_1) = 0 \\
 f_3 \circ \quad \Pi(f_3) > 0
 \end{array}$$

Рисунок 1 – Пример нарушения непрерывности управляющих решений

Недублетность двух и более управляющих решений обеспечивается различными результатами их выполнения. Изолированность по времени предполагает наличие у двух и более управляющих решений одинаковых результатов, разнесенных по времени выполнения.

Таким образом, оценка свойств управляющих решений делится на два этапа:

- первый этап соответствует проверке императивов управляющих решений на непротиворечивость (производится при идентификации текущей ситуации);
- второй этап соответствует проверке управляющих решений на непрерывность, недублетность и изолированность по времени (производится при формировании плана перехода системы из одной ситуации в другую).

Процесс определения формы (5) для императива r_i^j управляющих решений, сгенерированного в результате идентификации значения T_y^1 ситуационного признака $u \in Y$, состоит в формировании списка $\langle^1 r_i^{j-1}\rangle$ императивов, стоящих первыми в процессе выполнения рассматриваемого решения. Каждому императиву $^1 r_i^{j-1}$ ставится в соответствие собственный список императивов необходимых для его выполнения $\langle^2 r_i^{j-1}\rangle$. Таким образом, рассматриваемому императиву r_i^j ставится в соответствие множество $\{\langle^1 r_i^{j-1}\rangle\}$, позволяющее сформировать первый уровень дерева императивов (решений), необходимых для его выполнения. В случае, если идентифицированному значению T_y^t ставится в соответствие множество императивов $P_y^t \supset r_i^j$, производится их проверка на включение. Для реализации данной проверки необходима разработка процедур сравнения списков $\langle^1 r_i^{j-1}\rangle$. В основе разработки данных процедур должны лежать теоретико-множественные операции пересечения и объединения.

В случаях, когда выявляются императивы $r_i^j \subset P_y^t$, включающие в себя другие императивы $r_z^j \subset r_i^j$ ($r_z^j \subset P_y^t$), последние исключаются из множества P_y^t (оптимизация множества P_y^t). В случаях, когда выявляются императивы $r_i^j \subset P_y^t$, включающие в себя императивы $r_i^j \supset r_z^j$ ($r_z^j \subset P_{y+n}^t$) идентифицированные по другим ситуационным признакам, императивы $r_z^j \subset P_{y+n}^t$ исключаются из множества $P^t \supset P_y^t$, где P^t - множество императивов управляющих решений, сгенерированных в результате идентификации текущей ситуации s^t в целом.

Анализ перечисленных свойств управляющих решений, сгенерированных при идентификации текущей ситуации s^t позволяет сформировать план перехода системы из s^t в другую ситуацию. Формирование подобного плана предполагает наличие структуры плана перехода системы из идентифицированной ситуации s^t в целевую ситуацию s^c . В качестве целевой ситуации s^c может рассматриваться набор значений ситуационных признаков, смысл которых совпадает с содержанием текста, описывающего цель функционирования системы. Для автоматизации процесса определения целевой ситуации предлагается подход, основанный на использовании ролевых ситуаций [5]. Процесс определения целевой ситуации предполагает решение задачи распознавания текста и определения тех ситуационных признаков и их значений, которые образуют структуру данной ситуации.

Наличие целевой s^c и идентифицированной s^t ситуаций позволяет определить множество ситуаций $\{s^p\}$, отделяющих их друг от друга. Множество $\{s^p\}$ рассматривается в МСУ как стратегия управления [4]. В рамках предлагаемого подхода данное множество

образует структуру плана перехода системы из ситуации s^t в ситуацию s^c . Множество $\{s^p\}$ образуется из всевозможных комбинаций значений ситуационных признаков T_y , находящихся между значениями ситуационных признаков идентифицированной и целевой ситуаций.

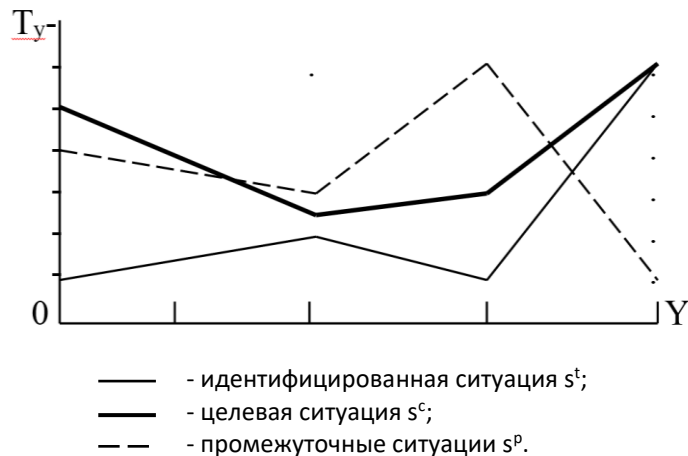


Рисунок 2 – Логика формирования стратегии управления

Логико-лингвистическое описание целевой ситуации рассматривается как глобальная цель функционирования системы. Множество управляющих решений соответствующих значениям идентифицированной ситуации s^t позволяет сформировать план перехода системы из ситуации s^t в ситуацию s^p ближайшую от s^t в направлении s^c . Логико-лингвистическое описание ситуации s^p рассматривается как достижение локальной цели функционирования системы. Графически план перехода системы из ситуации s^t в ситуацию s^p может быть представлен в виде дерева достижения локальной цели. Структуризация данного дерева производится с помощью процедур проверки таких свойств управляющих решений, как непротиворечивость, недублетность, изолированность по времени и непрерывность.

Из множества ситуационных признаков $\{Y_1, Y_2\}$ целесообразно выделить два ключевых ситуационных признака: соответственно – время и объект. Ключевые ситуационные признаки необходимы для образования множества типовых ситуаций. В частности, типовая ситуация может «привязываться» к заданным интервалам времени или отражать состояние конкретного объекта системы или всей системы в целом.

Типовые ситуации, характеризующие состояние различных объектов системы, могут отличаться количеством ситуационных признаков, образующих их структуру, или их значениями (уровнем детализации оцениваемых факторов обстановки). Руководству предприятия для повышения качества принимаемых решений в условиях дефицита времени целесообразно одновременное ведение множества типовых ситуаций, начиная от ситуации, характеризующей состояние всей системы в целом, и заканчивая ситуацией, характеризующей состояние самого нижнего в ее иерархии объекта. Данный подход предполагает согласование множества управляющих решений сгенерированных при идентификации рассматриваемого множества типовых ситуаций. В основе этого согласования лежит анализ таких свойств управляющих решений, как непротиворечивость, недублетность, непрерывность и изолированность по времени. Практическая реализация такого подхода требует наличия у руководителя логических механизмов идентификации текущих значений ситуационных признаков различных типовых ситуаций, а также организации многозадачного режима функционирования ЭВМ.

Таким образом, предлагаемый способ формализованного представлений ситуаций и генерации управляющих решений позволяет создавать логические механизмы автоматизированного формирования планов выполнения работ (оказания услуг).

Список литературы

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002.
2. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009.
3. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности. – Липецк: Изд-во ЛЭГИ, 2001.
4. Пospelov Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика. М., Наука, 1986.
5. Балашов О.В., Кондратова Н.В., Ошеров А.Я. Советующие системы для принятия решений при управлении организационно-техническими системами. Монография. Смоленск, изд. СФ РУК. 2012.
6. Клыков Ю. И. Ситуационное управление большими системами М.: "Энергия", 1974.

References

1. Larichev O. I. The theory and decision-making methods. – M.: Logos, 2002. (in Russian)
 2. Trakhtengerts E. A. Computer methods of realisation of economic and information administrative decisions. In 2 volumes. Volume 1. Methods and means. – M.: SINTEG, 2009.(in Russian)
 3. Blumin S. L. Shyikova I. A. Models and methods of decision-making in the conditions of uncertainty. - Lipetsk: publishing house LEGY, 2001. (in Russian)
 4. Pospelov D.A. Situation management: the Theory and practice. M.: Nayka, 1986. (in Russian)
 5. Balashov O. V, Kondratova N.V., Osherov A.JA. Advis of system for decision-making at management of organizational-technical systems. The monography. Smolensk, изд. Council of Federation of RUC. 2012.
 6. Klykov JU.I. Situational management of the large systems M.: "Energy", 1974. (in Russian)
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 519

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ УПРАВЛЯЮЩИХ РЕШЕНИЙ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Кондратова В.Н., Мослякова А.Л.

Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2),
e-mail: smradio@mail.ru

Рассматриваются меры возможности, необходимости и полезности для оценки альтернатив управляющих решений при управлении организационно-техническими системами. Предлагается подход к использованию мер возможности и необходимости при оценке действий и управляющих решений, позволяющий создавать логические механизмы их вывода в системах поддержки принятия решений.

Ключевые слова: действия, решение, необходимость, полезность, возможность, приоритетность, оценка альтернативы.

THE ANALYSIS OF EXISTING APPROACHES TO THE ESTIMATION OF OPERATING DECISIONS AND OFFERS ON THEIR PERFECTION

Kondratova V. N, Mosljakova A.L.

Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

Measures of possibility, necessity and utility for an estimation of alternatives of operating decisions are considered at management of organizational-technical systems. The approach to use of measures of possibility and necessity is offered at an estimation of actions and the operating decisions, allowing to create logic mechanisms of their conclusion in systems of support of decision-making.

Keywords: actions, the decision, necessity, utility, possibility, priority, an alternative estimation

При проектировании систем поддержки принятия решений (СППР) возникает проблема одновременной обработки множества управляющих решений, формируемых в процессе работы механизмов планирования и/или оперативного управления и направленных на получение различных результатов. Под одновременной обработкой решений понимается определение порядка и оценка полезности, необходимости и возможностей их совместного выполнения, а также устранение различного рода конфликтных ситуаций (дублетность, противоречивость и ряд других). Решение данной проблемы выходит за рамки вопросов, рассматриваемых существующими способами оценки управляющих решений [1, 2, 3], и требует разработки подхода, обеспечивающего автоматизированное решение следующих задач:

1. Формирование требуемого результата для каждого управляющего решения;

2. Формирование количественных и качественных оценок, характеризующих возможности некоторого объекта, входящего в систему, по выполнению назначенного ему управляющего решения, а также необходимость его выполнения;

3. Формирование множества альтернатив для каждого управляющего решения и выбор наиболее предпочтительной.

4. Оценка приоритетностей управляющих решений.

В качестве основных подходов к оценке управляющих решений в современной теории принятия решений рассматриваются методы оценки, имеющиеся в теории полезности, теории вероятностей и теории возможностей [4, 5, 6].

Основным вопросом, рассматриваемым в теории полезности [4], является задача выбора рациональной альтернативы управляющего решения из множества имеющихся, с учетом предпочтений ЛПР и условий неопределенности информации. В современной теории принятия решений рассматриваются два вида условий неопределенности информации: условия статистической и нестатистической неопределенности. Под статистическими понимаются условия, в которых возможно накопление вероятностной информации о закономерностях функционирования рассматриваемой системы. Под нестатистическими понимаются условия, в которых невозможно накопление подобной информации.

Основными понятиями теории полезности являются: функция полезности $U(f)$ исхода (результата) некоторой альтернативы x управляющего решения f и распределение вероятности $\Phi(f/x)$, характеризующее ожидаемый результат на множестве различных значений критериальных оценок или на множестве альтернатив X , рассматриваемого решения. В теории полезности можно выделить две группы методов построения функций полезностей: опосредованные и непосредственные методы [4]. В опосредованных методах полезность исхода рассматриваемого решения определяется на основе анализа предыдущих результатов его выполнения с использованием вероятностных суждений ЛПР. В непосредственных методах используются детерминированные суждения о полезностях или соотношениях полезностей исходов.

Практическое использование теории полезности для оценки управляющих решений затруднено наличием следующих недостатков [6]:

- в рассматриваемой теории оценивается результат выполнения УР, а не возможность его выполнения, и, как следствие, данная теория не располагает средствами для создания механизма проверки реализуемости решения;

- в теории полезности рассматривается процесс выбора наилучшей альтернативы некоторого управляющего решения, но не рассматривается процесс одновременной оценки нескольких решений, направленных на получение различных результатов;

- невозможность практического определения объективных вероятностей для формирования значений $U(f)$ и $\Phi(f/x)$ при принятии решений в условиях нестатистической неопределенности;

- низкая правдоподобность субъективных вероятностей, а также наличие серьезных трудностей при их получении. В частности, решения, принимаемые в условиях нестатистической неопределенности, являются уникальными по содержанию, а, следовательно, требуют привлечения соответствующих методов экспертной оценки, что в условиях дефицита времени не всегда возможно.

Необходимо отметить разницу таких понятий, как полезность результата выполнения управляющего решения и вероятность (субъективную) получения того же результата. Первое понятие характеризует желательность результата для ЛПР и формируется на основе его системы предпочтений (определяется целью, стоящей перед ЛПР) [6]. Второе – характеризует степень уверенности или убежденности ЛПР в том, что выдвинутая им гипотеза о получении рассматриваемого результата будет верной. В зависимости от используемых методов построения, функция полезности может быть определена с учетом субъективной вероятности получения результата или может представлять собой функцию

принадлежности значения результата одной из множества критериальных оценок, соответствующих рассматриваемому решению.

В качестве подхода, альтернативного теории полезности, рассматривается подход, основанный на использовании теории возможностей. В рамках предлагаемого подхода нечёткая оценка возможности понимается как субъективное отражение внутренних ограничений объекта на реализацию некоторого решения [5, 6]. Отличительной чертой нечёткой оценки является тот факт, что она требует меньшего уровня априорной информированности, чем распределение вероятности. Вместе с тем, данному подходу присущ ряд недостатков, которые затрудняют его практическое использование. В частности, существующая интерпретация меры необходимости выполнения некоторого опыта не позволяет создать методики её определения при решении практических задач [5, 6]. Помимо этого, вызывает серьезные сомнения предлагаемая теорией возможностей аналитическая связь между тремя мерами неопределённости (возможности, необходимости и вероятности). Прежде всего, речь идет о различном физическом смысле таких мер, как вероятность и возможность. Вероятность выполнения УР представляет собой количественную или качественную оценку ожидаемого результата выполнения данного решения в заданных условиях обстановки, в то время как возможность его выполнения характеризует внутреннюю потенциальную пригодность рассматриваемой системы для получения требуемого результата. В данной интерпретации, вероятностная и возможностная мера не сопоставимы [6].

Общим недостатком для обоих подходов к оценке управляющих решений является представление процесса принятия решения как выбора наиболее предпочтительной альтернативы. В то же время, на практике на объектах организационно-технических систем, как правило, принимается не одно, а множество управляющих решений в разных предметных областях, что приводит к возникновению проблемы упорядочения (администрирования) процессов планирования и реализации решений, направленных на получение различных результатов.

В настоящей статье рассматривается подход к оценке управляющих решений, обеспечивающий решение задач 1-4 (см. выше), включающий в себя основные положения теорий полезности и возможностей, а также учитывающий присущие им недостатки.

Основу подхода составляет связь между условиями неопределенности информации и мерами неопределенности (таблица 1), используемыми для оценки управляющих решений [5, 6].

Таблица 1 – Классификация мер неопределенности

Условия неопределенности	Меры неопределенности	Основные аксиомы
Статистические	Объективная вероятность P	$P(A)+P(\bar{A})=1$
Нестатистические	Мера возможности Π Мера необходимости N Субъективная вероятность P Мера правдоподобия P_1 Функция доверия C_{rgl} -мера Меры Дирака $m(A)$	$\Pi(A)+\Pi(\bar{A}) > 1$ $N(A)+N(\bar{A}) < 1$ $N(A) < P(A) < \Pi(A)$

Процесс выполнения управляющего решения рассматривается как проведение некоторого опыта. Результат выполнения управляющего решения – есть событие. Требуемый результат выполнения управляющего решения определяется условиями обстановки и целью, стоящей перед ЛПР. Оценка результата управляющего решения, выполняемого в условиях статистической неопределенности, производится с помощью вероятностной меры, причем, рассматриваемая в этих случаях вероятность является объективной [6]. Специфика работы предприятий, в части управления производством, предполагает их функционирование в

условиях нестатистической неопределенности информации. Действительно, любое из множества управляющих решений, принимаемых на различных уровнях управления, является единственным в своем роде. Уникальность управляющих решений объясняется нестатистичностью учитываемых при их формировании внешних и внутренних факторов обстановки [7].

Одним из подходов к оценке результата управляющего решения, производящегося в условиях нестатистической неопределенности, является использование субъективных вероятностей [6]. Другим подходом к оценке результата управляющего решения, выполняемого в условиях нестатистической неопределенности, является использование возможностей мер, определяющих соответственно возможность и необходимость его достижения в идентифицированных условиях обстановки [5]. Следует ещё раз отметить разницу между мерой вероятности и возможности. Вероятность оценивает непосредственно результат выполнения управляющего решения, в то время как возможность оценивает пригодность объекта для получения этого результата.

Таким образом, при оценке возможности выполнения управляющего решения уже известен требуемый результат. Подобная интерпретация позволяет выделить две области оценки управляющих решений. Первая область соответствует формированию цели и требуемого результата выполнения управляющего решения. Если исходить из анализа причинно-следственных связей, то именно необходимость достижения некоторой цели приводит к формированию управляющего решения. В качестве цели выполнения управляющего решения рассматривается некоторое состояние системы, в которое она должна перейти. Такая постановка позволяет отождествлять цель выполнения управляющего решения с логико-лингвистическим описанием значений одного или нескольких ситуационных признаков, образующих структуру типовой ситуации. В то же время, описание типовой (целевой) ситуации, в которую должна перейти рассматриваемая система, представляет собой определение цели функционирования системы, для достижения которой необходимо выполнение некоторого множества управляющих решений.

Следует отметить, что цель выполнения управляющего решения (при использовании метода ситуационного управления) – это достижение требуемого значения одного или нескольких ситуационных признаков. Достижение цели функционирования системы – это переход из идентифицированной ситуации функционирования системы в целевую ситуацию, соответствующую требуемому состоянию системы. Для требуемого изменения текущего значения ситуационного признака необходимо выполнение одного и более управляющих решений, каждое из которых имеет отличный от других, требуемый результат. Под требуемым результатом понимается такой прогнозируемый исход выполнения управляющего решения, который обеспечивал бы максимальное достижение цели его выполнения. Например, цель выполнения управляющего решения "Пополнить ресурсом" состоит в изменении текущего значения ситуационного признака "Обеспеченность ресурсом" с "очень низкие" на "высокие", а требуемый результат состоит в пополнении запаса ресурса до максимально возможного значения.

При формировании цели и требуемого результата выполнения управляющего решения, а также цели функционирования системы, может возникнуть проблема выбора наиболее предпочтительного результата из множества сформированных альтернатив. Для решения проблемы выбора предпочтительной альтернативы предлагается использовать функцию полезности. В частности, для определения полезностей альтернатив целесообразно использовать имеющиеся в теории принятия решений непосредственные методы построения функции полезности [4].

Вторая область оценки управляющих решений соответствует оценке возможностей системы по достижению требуемых результатов выполнения рассматриваемых решений. Основными мерами, используемыми в данной области, являются меры возможности и необходимости. В тоже время, для оценки управляющих решений могут также

использоваться вероятностные меры и меры Дирака. Данные меры характеризуют возможность и необходимость выполнения управляющих решений, направленных на получение соответствующих им требуемых результатов. Генерация управляющих решений производится в процессе идентификации текущей ситуации. Необходимо отметить, что, ввиду нестатистичности влияния внешних и внутренних факторов обстановки, возможны случаи, когда для достижения одного и того же результата в разных условиях обстановки будут использоваться различные по содержанию управляющие решения.

Таким образом, возникает проблема разработки моделей, используемых при оценке возможностей выполнения управляющих решений. Для решения данной проблемы предлагается классификация решений, представленная в таблице 2.

Таблица 2 – Предлагаемая классификация управляющих решений

Виды решений	Определения	Меры неопределенности, используемые для оценки	Особенности и примеры
Действия	Совокупность технологических операций, направленных на реализацию одной из множества задач, которые может выполнять объект, исходя из своего функционального предназначения	$\mu(A)$ – мера Дирака, P – возможность, U – полезность, N – необходимость	Результат выполнения определяется условиями обстановки
Группа А	Оценка реализуемости действия производится по логико-лингвистической шкале (ЛЛШ). Границы ЛЛШ определяются значениями показателя, характеризующего качество выполнения данного действия. Левая граница равна нулю, а правая – максимальному значению данного показателя. Правая граница характеризует потенциальные возможности объекта по выполнению действия в идеальных условиях исходя из конструктивных особенностей и технических характеристик объекта.		«обработать деталь», «выполнить заказ»
Группа Б	Оценка реализуемости действия производится по ЛЛШ. Границы ЛЛШ определяются значениями показателя, характеризующего качество выполнения данного действия. Левая граница теоретически равна $+\infty$, а правая граница равна минимальному его значению и является константой		«заправить» «разгрузить»
Группа В	Оценка реализуемости действия проводится по ЛЛШ. Границы ЛЛШ определяются значениями показателя, характеризующего качество выполнения данного действия. Левая граница теоретически равна $+\infty$, а правая граница равна минимальному значению этого показателя, соответствующего содержанию действия		«переместиться»
Частное управляющее решение	Совокупность действий, направленных на реализацию двух и более задач, выполняемых объектом системы	P, U, N	Результат выполнения определяется условиями обстановки: «контроль в движении»
Обобщённое управляющее	Совокупность частных УР, направленных на реализацию задач, выполняемых	P, U, N	Результат выполнения

решение	несколькими объектами системы или всей системой		определяется условиями обстановки: «построить дом», «выполнить перевозку груза»
---------	-------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------

Под *действиями* понимается совокупность технологических операций, направленных на реализацию одной из множества задач, которые может выполнять объект, исходя из своего функционального предназначения. Оценка действий проводится с помощью мер возможности и необходимости, а также мер Дирака. Оценка возможности выполнения действий производится по соответствующим логико-лингвистическим шкалам (ЛЛШ). В основе построения этих шкал лежит распределение качественных оценок, характеризующих возможность выполнения рассматриваемого действия, относительно числовой шкалы изменения некоторого объективного показателя [5]. Требуемый результат выполнения действия определяется условиями обстановки. В основе синтеза моделей оценки действий лежит использование теоретико-множественных операций над нечеткими множествами при обработке оценок возможностей выполнения технологических операций, входящих в технологию выполнения действий. [6]. Математические модели оценки возможностей выполнения действий разрабатываются на этапе проектирования СППР.

В предлагаемой классификации выделяются также управляющие решения: частные и обобщённые. Частное управляющее решение – есть совокупность действий, направленных на реализацию двух и более задач, выполняемых объектом системы. Примером подобных решений управляющих решений являются: «контроль в движении», «развернуть погрузчик» и ряд других. Оценка частных управляющих решений проводится соответствующим логическим механизмом, осуществляющим их структуризацию, вызов математических моделей оценки действий, оценку действий и обработку множества полученных оценок. В основе обработки оценок выполнения действий, входящих в технологию выполнения частных управляющих решений, лежит использование теоретико-множественных операций над нечеткими множествами.

Обобщённое управляющее решение представляет собой совокупность частных управляющих решений, направленных на реализацию множества задач, выполняемых несколькими объектами или всей системой. Примером подобных управляющих решений являются: "выполнить перевозку груза", "построить дом" и ряд других. Оценка рассматриваемых управляющих решений производится соответствующим логическим механизмом, осуществляющим их структуризацию, активизацию логического механизма оценки частных управляющих решений, оценку данных решений и обработку множества полученных оценок. В основе обработки оценок выполнения частных управляющих решений, входящих в технологию выполнения обобщённых управляющих решений, лежит использование теоретико-множественных операций над нечёткими множествами.

Требуемый результат выполнения частных и обобщённых управляющих решений определяется условиями обстановки.

Необходимо отметить, что предлагаемая в работе классификация управляющих решений представляет собой усовершенствованную классификацию данную Клыковым Ю.И. [7]. Различие в данных классификациях состоит в том, что в предлагаемой классификации связываются действия и управляющие решения различных видов с логическими механизмами их оценки.

Рассматриваются следующие трактовки мер возможности и необходимости. Возможность (*П*) выполнения управляющего решения *A* характеризует способность объекта системы к получению требуемого результата в идентифицированных условиях обстановки [6]. Возможность выполнения управляющего решения определяется как максимальное значение распределения возможностей его выполнения по шкале изменения некоторого

объективного показателя. Текущее значение этого показателя определяется идентифицированными условиями обстановки, а способ формирования значений данного показателя должен учитывать технологию выполнения рассматриваемого управляющего решения. Необходимость (N) выполнения управляющего решения характеризует обязательность его выполнения объектом системы в идентифицированных условиях обстановки. Необходимость выполнения управляющего решения определяется важностью того свойства системы, на сохранение или улучшение которого направлено выполнение данного решения. Связь между управляющими решениями и свойствами системы P_{r_x} осуществляется посредством задания соответствия между последними и различными факторами обстановки T_{y^1} , характеризующими проявление тех или иных свойств системы.

Использование мер $U(A)$, $P(A)$ и $N(A)$ позволяет определить значения показателей, образующих кортеж $\langle U(G), P(G), N(G) \rangle$, составляющие которого характеризуют соответственно полезность, возможность и необходимость достижения цели, стоящей перед системой. Процесс определения $\langle U(G), P(G), N(G) \rangle$ соответствует процессу построения дерева цели.

Таким образом, каждое управляющее решение оценивается кортежем $\langle U(A), P(A), N(A) \rangle$, составляющие которого характеризуют соответственно полезность, возможность и необходимость его выполнения. Оценка множества $F \subset A$ управляющих решений, соответствующих идентифицированной ситуации, сводится к упорядочению элементов множества $U(A), P(A), N(A)$.

Использование при оценке управляющего решения A показателя $P(A)$ позволяет учесть наличие таких ситуаций, когда целесообразность выполнения управляющих решений с максимальными значениями $N(A)$ и $U(A)$ может отсутствовать, ввиду невозможности их выполнения. Использование значений показателя $U(A)$ позволяет учесть случаи, когда управляющие решения с максимальными значениями $P(A)$ и $N(A)$ могут не соответствовать интересам ЛПР.

Таким образом, вторая область оценки УР соответствует процессу оценки полезности, необходимости и возможности достижения требуемого результата.

Изложенный подход к использованию мер возможности и необходимости при оценке действий и управляющих решений позволяет создавать логические механизмы их вывода в СППР.

Список литературы

1. Голубков Е.П. Технология принятия управленческих решений. – М.: Издательство «Дело и сервис», 2005.
2. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. – М.: Наука, 1981.
3. Катулев А.Н., Северцев Н. А. Математические методы в системах поддержки принятия решений. – М.: Высш. шк. 2005.
4. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений /Пер. с англ.; Под ред. Н. Н. Воробьева. М., Наука, 1978.
5. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложение к представлению знаний в информатике. М., Радио и связь, 1990. – 288 с.
6. Балашов О.В., Кондратова Н.В. Теория возможностей и ее применение для принятия решений в социально-экономических системах. – Смоленск: Изд-во СФ РУК, 2010.
7. Клыков Ю. И. Ситуационное управление большими системами М.: "Энергия", 1974.

References

1. Golubkov E.P. Technolog's pigeons of acceptance of administrative decisions. - M: Publishing house «Business and service», 2005. (in Russian)

2. Truhaev R. I. Models of decision-making in the conditions of uncertainty. – М.: Nayka, 1981. (in Russian)
 3. Katulev A.N., Severcev N.A. Methods in systems of support of decision-making. - М: Vish. shc. 2005. (in Russian)
 4. Fishbern P. Teorija of utility for decision-making of the/lane with English; Under the editorship of N.N.Vorobeva. М.: Nayka, 1978. (in Russian)
 5. Dubya D, Pradt A. Theory of possibilities. The application to representation of knowledge in computer science. М.: Radio and communication, 1990. (in Russian)
 6. Balashov O. V, Kondratova N.V. Theory of possibilities and its application for decision-making in social and economic systems. - Smolensk: Publishing house of Council of Federation of RUC, 2010. (in Russian)
 7. Klykov JU.I. Situational management of the large systems М.: "Energy", 1974. (in Russian)
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 62-503.55

СРАВНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗЫ О НАЛИЧИИ ТРЕНДА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Курбетьев К.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, Россия (455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38); e-mail: mr_mgn@mail.ru

В статье предложено использование в системах экстремального регулирования статистических критериев наличия тренда в средних значениях исследуемого процесса. Из-за большого количества данных критериев необходим их сравнительный анализ применительно к данной задаче. Рассмотрены потенциально наиболее мощные критерии, произведена оценка их мощности относительно гипотезы о наличии линейного тренда для различного числа точек исследуемого сигнала и различных видов распределений случайной составляющей сигнала. В результате сравнительного анализа определен лучший с точки зрения использования в системах управления критерий – критерий инверсий.

Ключевые слова: система экстремального регулирования, критерий наличия тренда в средних значениях.

COMPARISON OF STATISTIC TEST FOR VERIFICATION OF THE HYPOTHESIS ON THE EXISTENCE OF TREND APPLIED TO THE PROBLEM OF OPTIMUM CONTROL

Ryabchikov M.Yu., Ryabchikova E.S., Kurbetyev K.V.

Federal State Educational Institution of Higher Education Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia (455000, Magnitogorsk, Lenin Avenue, 38); e-mail: mr_mgn@mail.ru

The article suggests the use of statistic test for the existence of a trend in the mean values of the process under study in systems of extreme regulation. Because of the large number of these tests, their benchmarking study is needed in relation to this task. Potentially the most powerful tests were considered, their power was evaluated with respect to the hypothesis of a linear trend for a different number of points of the signal and various types of distributions of the random component of the signal. As a result of the comparative analysis, the best test regarding the use in control systems was the inversion test.

Key words: optimum control system, test for the existence of a trend in mean values.

Существуют объекты управления с подверженной дрейфу экстремальной статической характеристикой, функционирующие в условиях действия стохастических возмущений. Для управления такими объектами могут использоваться системы экстремального регулирования. Такие системы могут быть построены на основе поисковых алгоритмов,

использующих статистически обоснованные способы определения моментов достижения экстремума и направления движения к экстремуму [1-3].

Одним из таких способов, подходящих для поиска экстремума, является критерий оценки наличия тренда в зависимости выходного (оптимизируемого) параметра от входного. Способ предполагает исследование последовательности измерений входного $X(\tau)$ и выходного параметра $Y(\tau)$ за интервал времени до текущего момента. На основе этих временных рядов формируется ряд $Y(X)$, который исследуется на трендовую составляющую. В области экстремума тренд отсутствует, что позволяет снижать нагрузку на исполнительное устройство.

Отсортировав ряд значений Y по возрастанию или убыванию X , получаем последовательность \bar{Y} . Для последовательности выдвигается гипотеза о случайности, которая принимается или не принимается в зависимости от значения статистического критерия. По наличию тренда (отсутствию случайности) и его направлению можно судить о текущем положении относительно экстремума.

В контексте использования в экстремальных регуляторах данный способ пока не был широко исследован. Тем не менее, применение в регуляторах критериев наличия тренда может оказаться целесообразным.

Особенность применения критериев тренда к зависимости $Y(X)$ заключается в том, что по мере приближения к экстремуму dY/dX стремится к нулю, что усиливает влияние возмущений, имеющих случайную природу. В таком случае эффективность работы системы экстремального регулирования определяется динамикой изменения вероятности успешной идентификации наличия тренда (мощности) по мере приближения к экстремуму.

Существует множество критериев наличия тренда. Это затрудняет прямое исследование систем управления на их основе. Необходимо предварительное исследование, сравнительный анализ и обоснование применения того или иного критерия при управлении конкретными объектами.

Наиболее полный перечень критериев наличия тренда в русскоязычной литературе по математической статистике приведен в [4]. Однако в этом труде приводится довольно общее описание критериев, отсутствует сравнение их мощностей и не оговариваются области применения и предпосылки для корректности статистических выводов для каждого из критериев. Более подробный анализ критериев приводится в [5]. В труде приведены мощности многих критериев относительно гипотезы о наличии линейного и синусоидального трендов, оговорены достоинства и недостатки различных критериев. При этом в исследованиях предполагается, как правило, нормальный закон распределения случайной составляющей сигнала. В то же время, в ряде случаев закон распределения случайной составляющей может быть отличен от нормального. Кроме того, при оценках мощности относительно гипотезы о наличии линейного тренда, применялись только две гипотезы с различными коэффициентами наклона прямых, что позволяет грубо оценить изменение мощности с изменением коэффициента, но не позволяет подробно увидеть эту зависимость.

Учитывая вышесказанное, представляет интерес изучение потенциально наиболее мощных критериев (в соответствии с [5]) на чувствительность к закону распределения

случайной составляющей, а также исследовать зависимости мощности критериев относительно гипотезы о наличии линейного тренда от коэффициента наклона прямых.

В данной статье представлены результаты исследований критериев автокорреляции, инверсий и Кокса-Стюарта. Для каждого из критериев исследовалась зависимость мощности критерия относительно линейного тренда от коэффициента наклона прямой для разного числа точек и случайных возмущений различных типов.

Исследуемый сигнал представляет собой сумму линейной трендовой составляющей и шума:

$$X_i = at_i + \xi_i, \quad (1)$$

где ξ_i - случайная составляющая, $t_i = (i-1)\Delta t$ - время на i -м шаге, Δt - шаг по времени, a – коэффициент наклона трендовой составляющей.

В работе исследовалась мощность критериев при нормальном, равномерном и логнормальном законах распределения случайной составляющей. Производилось моделирование при различном количестве точек: 10, 30 и 60. Пример исследуемого сигнала при разных значениях a для числа точек $N = 60$ и шага по времени $\Delta t = 0,1$ с приведен на рисунке 1.

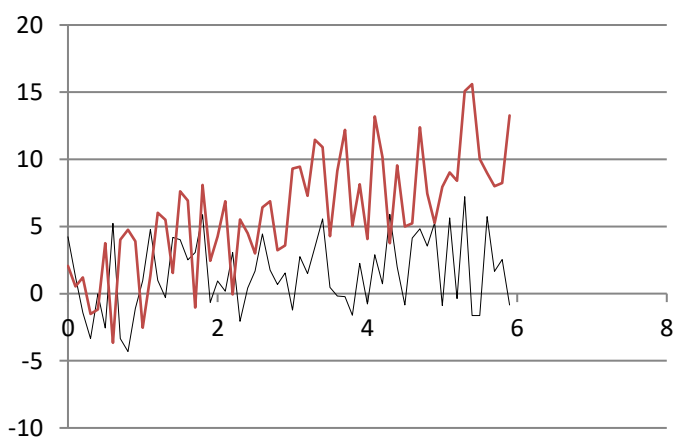


Рисунок 1 - Пример исследуемого сигнала при $a = 0,5$ и $a = 2$

При использовании критерия автокорреляции рассчитывается статистика:

$$r_{1,n} = \frac{n \sum_{i=1}^{n-1} X_i X_{i+1} - (\sum_{i=1}^n X_i)^2 + n X_1 X_n}{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \quad (2)$$

При справедливости проверяемой гипотезы (случайный сигнал) статистика $r_{1,n}$ распределена асимптотически нормально с математическим ожиданием и дисперсией:

$$E[r_{1,n}] = -\frac{1}{n-1}, \quad D[r_{1,n}] = \frac{n(n-3)}{(n+1)(n-1)^2} \quad (3)$$

Нормализованная статистика для данного критерия:

$$r_{1,n}^* = \frac{r_{1,n} - E[r_{1,n}]}{\sqrt{D[r_{1,n}]}} \quad (4)$$

Статистикой в критерии инверсий является общее число инверсий I в исследуемой выборке. Инверсия присутствует, если за значением X_i в выборке следует меньшее по величине X_j , т.е. $X_i > X_j, i < j \leq n$. Математическое ожидание и дисперсия соответственно имеют вид:

$$E[I] = \frac{n(n-1)}{4}, D[I] = \frac{2n^3 + 3n^2 - 5n}{72} \quad (5)$$

Нормализованная статистика:

$$I^* = \frac{I - E[I]}{\sqrt{D[I]}} \quad (6)$$

Статистика при $n < 30$ имеет существенную дискретность.

При использовании критерия Кокса-Стюарта применяется статистика:

$$S_1 = \sum_{i=1}^{n/2} (n - 2i + 1)h_{1,n-i+1}, \quad (7)$$

где $h_{i,j} = 1$ при $X_i > X_j$ и $h_{i,j} = 0$ при $X_i \leq X_j$.

Математическое ожидание и дисперсия нормализованной статистики:

$$E[S_1] = \frac{n^2}{8}, D[S_1] = \frac{n(n^2 - 1)}{24}. \quad (8)$$

Выражения для нормализованной статистики имеет вид:

$$S_1^* = \frac{S_1 - E[S_1]}{\sqrt{D[S_1]}} \quad (9)$$

В качестве оценки мощности критерия относительно гипотезы о наличии линейного тренда использовалось отношение успешных попыток определения тренда к общему числу испытаний при фиксированном критическом значении критерия. Такой метод не является математически строгим, однако при достаточно большом количестве испытаний можно обоснованно сравнивать критерии по мощности. В исследованиях моделировалось 10 тыс. сигналов для каждого значения коэффициента наклона трендовой составляющей.

Помимо оценки мощности, представляет интерес оценка фактической вероятности ошибки первого рода, а точнее – отличие этой вероятности от вероятности, предполагаемой асимптотическим распределением статистики при заданном критическом значении критерия. Оценка фактического уровня значимости осуществлялась аналогично оценке мощности: доля верных подтверждений гипотезы о случайности к общему числу испытаний при генерировании случайного сигнала в большом количестве опытов. Число опытов при оценке достигнутого уровня значимости равно 50 тыс. Критическое значение критерия выбиралось исходя из уровня значимости $\alpha = 0,995$ для асимптотического распределения.

Параметры случайных сигналов: 1) нормальное распределение: среднее значение $\mu = 0$, среднеквадратичное отклонение $\sigma = 3$; 2) равномерное распределение $[-2,5; 2,5]$; 3) логнормальное распределение: среднее значение первоначального нормального распределения $\mu = 0$, среднеквадратичное отклонение $\sigma = 0,75$. Графики полученных зависимостей оценок мощностей критериев для разных случайных составляющих выборочно приведены на рис. 2 с количеством точек $N=60$.

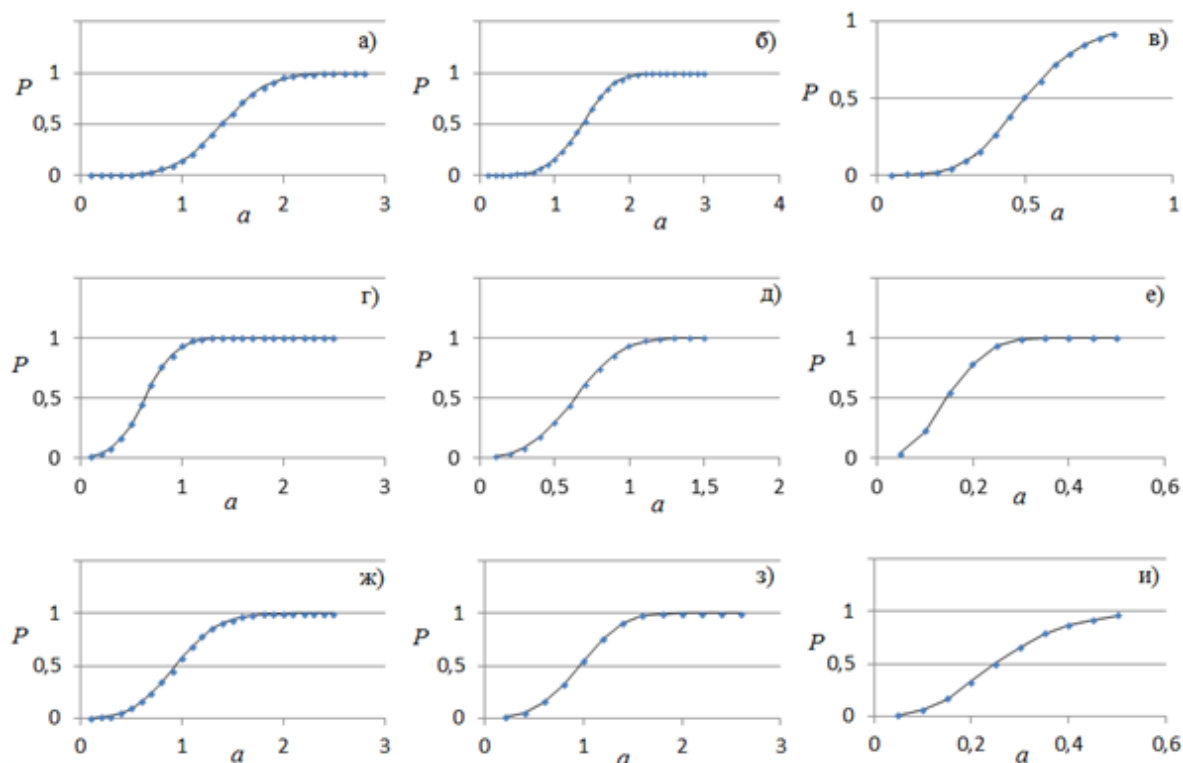


Рисунок 2 - Зависимости мощности (вероятности успешной идентификации тренда) от наклона a трендовой составляющей при $N = 60$: а,б,в – критерий автокорреляции; г,д,е – инверсий; ж,з,и – Кокса-Стюарта; а,г,ж – нормальное распределение случайной составляющей; б,д,з – равномерное; в,е,и – логнормальное

Из полученных результатов следует, что критерий инверсий является наиболее мощным относительно гипотезы о наличии линейного тренда при случайных составляющих сигнала с различными распределениями и различным числе точек. Критерий Кокса-Стюарта показал более высокую мощность при малых коэффициентах наклона трендовой составляющей при $N=10$, однако фактический уровень значимости при этом значительно снизился, что объясняется высокой степенью дискретности статистики данного критерия при малом числе точек. Таким образом, критерий инверсий представляется наиболее предпочтительным для применения в экстремальных регуляторах.

Список литературы

1. Сравнительный анализ систем экстремального регулирования, основанных на статистических критериях наличия тренда, на примере управления электрическими параметрами ДСП / Е.С. Рябчикова, М.Ю. Рябчиков, А.И. Сунаргулова, Р.В. Танков, В.Ю. Перевалов // Автоматизированные технологии и производства. 2015. № 4 (10). С. 4-8.
2. Применение прогнозной модели для оптимизации управления энергетическим режимом ДСП / Е.С. Рябчикова, М.Ю. Рябчиков, Б.Н. Парсункин // Автоматизация технологических и производственных процессов в металлургии. 2012. № 4. С. 179-189.

Рябчиков М.Ю., Рябчикова Е.С., Курбетьев К.В. Сравнение статистических критериев для проверки гипотезы о наличии тренда применительно к задаче экстремального регулирования // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.1 № 2(8) с. 11-16

3. Усачев, М.В. Система автоматического управления энергетическим режимом электродуговых печей переменного тока: автореферат дис. на соискание степени канд. техн. наук: 05.13.06. М., 2009.
4. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
5. Лемешко, Б.Ю. Критерии проверки гипотез о случайности и отсутствии тренда. Руководство по применению. Новосибирск, 2015.

References

1. Comparative analysis of optimum control systems based on trend statistical criteria: the case study of EAF electrical parameters control / E.S. Ryabchikova, M.Yu. Ryabchikov, A.I. Sunargulova, R.V. Tankov, V. Yu Perevalov // Automation of technologies and production. 2015. № 4 (10). Pp. 4-8.
 2. The use of a predictive model for optimizing the control of the energy regime of EAF / E.S. Ryabchikova, M.Yu. Ryabchikov, B.N. Parsunkin // Automation of technologies and production in metallurgy. 2012. № 4. Pp. 179-189.
 3. Usachev, M.V. System of automatic control of the energy regime of electric arc furnaces of alternating current: the thesis abstract for the degree of candidate of technical sciences: 05.13.06. М., 2009.
 4. Kobzar, A.I. Applied mathematical statistics. For engineers and scientists. - Moscow: FIZMATLIT, 2006.
 5. Lemeshko, B.Yu. Criteria for testing hypotheses about randomness and absence of a trend. Application guide. Novosibirsk, 2015.
-



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДИАГРАММЫ СТРУКТУРНОГО АСПЕКТА РИСКОВ

Фирсова П.Ю.

Филиал ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия (214013 Россия, г. Смоленск, Энергетический проезд, 1), e-mail: poly.fir@yandex.ru

В статье рассматривается возможность интерпретации графической нотации для представления процесса управления комплексными рисками, а именно диаграммы структурного аспекта рисков, с использованием дерева решений. Сделан вывод о способности модели дерева решения покрыть все возможные комбинации, представляемые диаграммой структурного аспекта рисков.

Ключевые слова: дерево решений, диаграмма структурного аспекта рисков, управление рисками.

APPLICATION OF THE DECISION TREE MODEL FOR INTERPRETATION OF THE DIAGRAM OF THE STRUCTURAL ASPECTS OF RISKS

Firsova P.Yu.

Smolensk Branch of the National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Russia (214013, Smolensk, street Energeticheskij, 1); e-mail: poly.fir@yandex.ru



The article considers the possibility of interpreting graphical notation for the presentation of the process of managing complex risks, namely the diagram of the structural aspect of risks using the decision tree. The conclusion is made about the ability of the decision tree model to cover all possible combinations represented by a structural risk diagram.

Key words: decision tree, diagram of the structural aspect of risk, risk management.

Графический способ представления знаний достаточно широко применяется в различных сферах и предметных областях. В [1, 2] предложена графическая нотация для управления рисками. Одним из аспектов рисков является структурный, предполагающий представление состава системы и структурной взаимосвязи ее элементов с точки зрения возникновения рисков.

Для графического отображения структурного аспекта используется диаграмма структурного аспекта рисков. Диаграмма включает следующие элементы: риск-события, источники рисков, графическая нотация представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Графическая нотация диаграммы структурного аспекта рисков

№	Элемент	Графическое изображение	Описание
1	Риск-событие		Событие, наступление которого может принести ущерб системе или процессу
2	Источник риска		Действие или объект, порождающий риск-события, которые приводят к возникновению риск-события

Для установления взаимосвязей между элементами введены следующие логические операции: И, ИЛИ, НЕ, Исключающие ИЛИ, m из n (\wedge , \vee , \neg , \Leftrightarrow , m/n).

Диаграмма структурного аспекта риска не является инструментом анализа, а представляет лишь способ наглядного отображения структурного аспекта рисков. Существуют различные методы и модели для анализа структурного аспекта риска и одни из них – это дерево решений.

Дерево решений является специфическим графическим инструментом анализа проблемных ситуаций [3-5]. Деревья решений иерархически представляют собой логические структуры принятия решений, что облегчает процесс уяснения задачи и выработки правильных решений. Деревья решений легко поддаются модификации – их можно дополнительно развить или уменьшить путем исключения ветвей, не имеющих значения. [6]

Для построения модели дерева решений используются следующие графические символы, представленные в таблице 2 [7,8].

Таблица 2 – Графические символы используемые для построения дерева решения

№	Элемент	Графическое изображение	Описание
1	Событие		Показывает множественные неопределенные результаты
2	Решение		Показывает множественные определенные результаты
3	Конечный узел		Обозначает конечный результат
4	Отклоненная альтернатива		Показывает выбор, который не был выбран

Рассмотрим возможность преобразования элементов диаграммы структурного аспекта рисков в элементы модели дерева решений. Графический символ «источник риска», может быть представлен элементом модели «решение». Данное преобразование будет корректно, так как источники риска как правило известны заранее. В свою очередь, элемент «риск-событие» может быть заменен на элемент модели «событие», при этом стоит отметить, что при преобразовании элемента «риск-события» в элемент модели следует указать вероятность возникновения данного события.

Интерпретация логических элементов диаграммы структурного аспекта рисков в модель затруднена тем, что не все логические элементы диаграммы могут однозначно быть интерпретированы в модель. Только у логического элемента «НЕ» есть абсолютный эквивалент – это элемент модели «отклоненная альтернатива». Логический элемент «ИЛИ» может быть интерпретирован как последовательная проверка появления событий, связанных элементом «ИЛИ», в случае если какое-либо событие не совершилось. Аналогичным образом может быть представлен и логический элемент «И», только в данном случае проверка появления следующего события будет производиться только если предыдущие событие из группы событий связанных с элементом «И», будет выполняться. Интерпретация логического элемента «Исключающее ИЛИ» в модель может быть представлена, как и для элемента «ИЛИ», однако в данном случае, исходя из специфики таблицы истинности, если одно событие произошло, то осуществляем проверку на невыполнимость другого события, связанного с данным логическим элементом. В свою очередь, элемент диаграммы «m из n» может быть представлен в виде комбинации логических элементов «ИЛИ» и «И».

При преобразовании диаграммы в модель дерева решений просмотр элементов происходит «слева направо» в направлении «сверху вниз». Он включает следующие этапы:

- 1 находим первый графический элемент диаграммы и определяем логический элемент, который является входным по отношению к найденному элементу;
- 2 далее определяем все входные элементы для найденного на предыдущем этапе логического элемента. Если найденные элементы не являются выходными для некоторого логического элемента, то в соответствии с типом логической операции связывающие данные элементы производим интерпретацию, т.е. графический символ «источник риска» преобразуется в элемент модели «решение», а «риск-событие» - «событие» и переходим к пункту 4. В противном случае приходим к пункту 3;
- 3 определяем логический элемент, который является входным для найденного на предыдущем этапе графического элемента и переходим к пункту 2;
- 4 после интерпретации всех элементов добавляем конечный узел со значение равным первому графическому элементу диаграммы в том случае если логическая последовательность приводит к возникновению данного риск-события, в противном случае значение конечного узла противоположно.

Рассмотрим пример преобразования диаграммы структурного аспекта рисков в модель дерева решений. В примере в качестве нежелательного события выступает риск-событие «остановка насоса». Данное риск-событие наступит при появлении хотя бы одного из следующих риск-событий: отключение электропитания, неисправность выключателя или отказ двигателя. Пример диаграммы структурного аспекта риска приведен на рисунке 1

На рисунке 2, представлен преобразованный в модель дерева решений пример диаграммы структурного аспекта риска. Как отмечалось ранее, для того чтобы наступило нежелательное риск-событие «остановка насоса» необходимо появление одного из следующих риск-событий: отключение электропитания, неисправность выключателя или отказа двигателя. Из-за отсутствия информации о вероятности появления событий предполагаем, что вероятность их наступления равна 0,5. Полученное преобразование можно считать корректным, так как логически оно не противоречит диаграмме структурного аспекта риска.

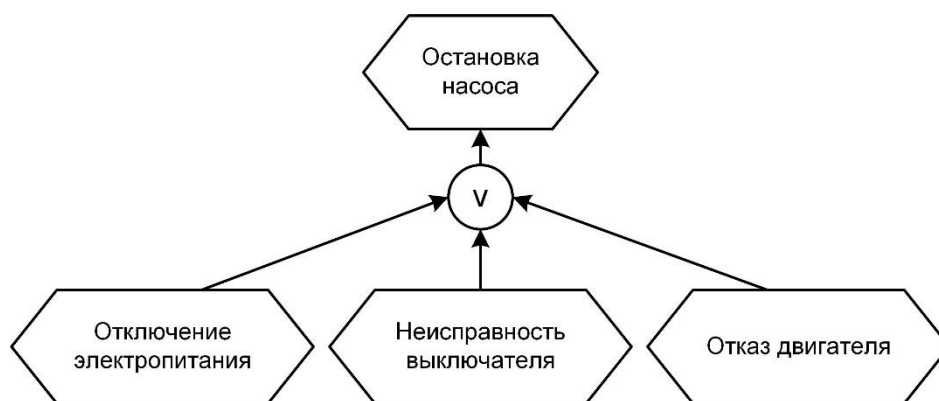


Рисунок 1 – Диаграмма структурного аспекта рисков для события «остановка насоса»

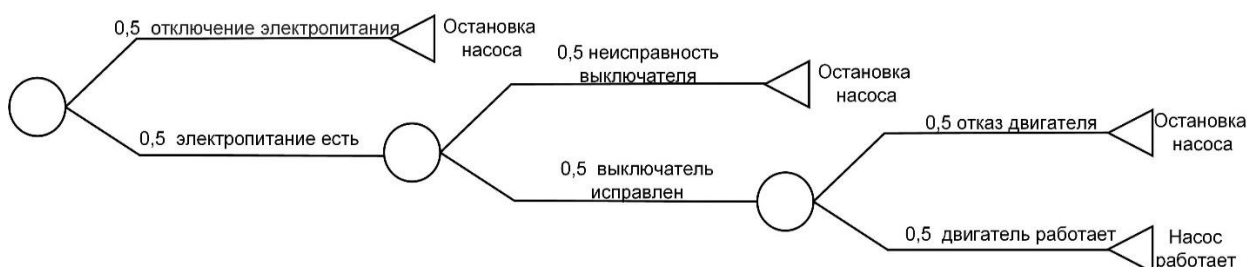


Рисунок 2 – Дерево решений для события «остановка насоса»

Рассмотрим другой пример преобразования диаграммы структурного аспекта рисков в модель. В данном примере, в качестве нежелательного риск-события выступает событие «отказ двигателя», которое наступит при появлении событий «перегорел предохранитель» или «неисправность обмотки», которое в свою очередь наступит в случаи одновременного появления событий «нарушение условий эксплуатации» и «ошибка оператора». Пример диаграммы структурного аспекта приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Диаграмма структурного аспекта рисков для события «отказ двигателя»

Преобразованная диаграмма структурного аспекта рисков для события «отказ двигателя» в модель дерева решений представлена на рисунке 4. Как было показано ранее, логический элемент «ИЛИ» заменяем элементами модели «событие». Как и в предыдущем примере предполагаем, вероятность наступления события равна 0,5. Для интерпретации логического элемента «И», используем последовательность элементов модели «событие», т.е. исходя из примера сначала проверяем возможность появления события «ошибка оператора», если событие возможно, то проверяем возможность возникновения события «нарушение условий эксплуатации». Полученную интерпретацию элементов диаграммы в модель можно считать корректной, так как логически она не противоречит диаграмме структурного аспектов риска.



Рисунок 4 – Модель дерева решений для события «отказ двигателя»

В результате рассмотренных примеров можно сделать вывод, что дерево решений может быть использовано для интерпретации структурного аспекта рисков. Однако стоит отметить, что для более точного анализа проблемных ситуаций, при использовании дерева решений, построенного путем преобразования элементов диаграммы структурного аспекта рисков в элементы модели дерева решений, необходимо предоставить дополнительную информацию, касающуюся вероятности появления событий, которые могут привести к возникновению риск-события.

Список литературы

1. Сеньков А.В. Графическая нотация для представления процесса управления комплексными рисками // Современные наукоемкие технологии. - 2016. - №12 (часть 1). - С. 72–81.
2. Сеньков А.В. Управление рисками: интеллектуальные модели, методы, средства. - Смоленск: Универсум, 2016. - 217 с
3. McNamee, P. and J. Celona, 2008. Decision Analysis for the Professional. 4th ed. SmartOrg, Inc..
4. Quinlan, J. R. Induction of Decision Trees // Machine Learning. Kluwer Academic Publishers. 1986. № 1. P. 81–106.
5. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И. Надежность технических систем и техногенный риск. - М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002 - 368 с.
6. Костерев В.В. Надежность технических систем и управление риском: уч. пос. - М: МИФИ, 2008. - 280 с

7. Шапкин А. С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель, инвестиций: Монография. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003. - 544 с.
8. What is a Decision Tree Diagram // Lucidchart.com URL: <https://www.lucidchart.com/pages/decision-tree> (дата обращения: 25.06.2018).

References

1. Senkov A.V. Graphical notation for the presentation of the process of management of complex risks // Modern high technology. - 2016. - No. 12 (Part 1). - pp. 72-81.
 2. Senkov A.V. Risk management: intellectual models, methods, tools. - Smolensk: Universum, 2016. - 217 p.
 3. McNamee, P. and J. Celona, 2008. Decision Analysis for the Profesional. 4th ed. SmartOrg, Inc
 4. Quinlan, J. R. Induction of Decision Trees // Machine Learning. Kluwer Academic Publishers. 1986. No. 1. pp. 81-106.
 5. Akimov VA, Lapin VL, Popov VM, Puchkov VA, Tomakov VI, Faleev MI Reliability of technical systems and technogenic risk. - М.: ZAO FID "Business Express", 2002 - 368 p.
 6. Kosterev V.V. Reliability of technical systems and risk management: uch. pos. - М: МЕРФІ, 2008. - 280 p
 7. Shapkin AS Economic and financial risks. Evaluation, management, portfolio, investments: Monograph. - Moscow: Publishing and Trading Corporation "Dashkov and Co", 2003. - 544 p.
 8. What is a Decision Tree Diagram // Lucidchart.com URL: <https://www.lucidchart.com/pages/decision-tree> (date of circulation: June 25, 2013).
-