

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ ЧЕЛОВЕКОМ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

© 2024 Н.Г. Яговкин

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 15.02.2024

Ошибочные действия человека при управлении технологическим оборудованием являются основной причиной происшествий. Разработана характеристика этого процесса решений. Сформулированы решаемые при этом задачи. Проведена структурная схема принятия решений. Обозначены факторы, определяющие их качество. Построена математическая модель принятия решений.

Ключевые слова: управление технологическим оборудованием, происшествия, управленческие решения.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-1-141-145

EDN: LHUPJB

При управлении технологическим оборудованием аварии и несчастные случаи чаще всего возникают при принятии человеком ошибочных решений при восприятии информации о ходе выполнения технологических процессов [1-5, 7]. Поэтому процесс принятия человеком решений является важнейшим компонентом управляющей деятельности человека. Характеристики процессов принятия решений приведены в таблице 1.

В практике управляющей деятельности человека встречаются следующие категории задач (классификация по сложности и интеллектуальному уровню решений):

1. Простейшие – стереотипные (стандартные, замыкательные) решаются путем прямого замыкания связей между входом и выходом: характерны для сенсомоторной деятельности и иногда для процессов управления высокоавтоматизированными системами. Входной сигнал является пусковым для одного или целой цепи исполнительных действий по программе (алгоритму), хранящейся в долговременной памяти.

2. Мыслительные задачи, для решения которых оператор располагает набором соответствующих способов или правил действий. Решение чаще всего носит детерминированный характер, реже – вероятностный. Психологической основой решений является оперативное мышление на алгоритмическом уровне, связанное со строго последовательной реализацией мыслительных операций в соответствии с заданной программой (репродуктивный тип мышления).

3. Проблемные задачи, носящие творческий характер, для разрешения которых нет ни заранее известных действий, ни правил для нахождения

решения. Преобладают вероятностные либо предельные решения. Психологическая основа – оперативное мышление на эвристическом уровне.

Структурная схема решения большинства задач выглядит следующим образом. На первом этапе выполняется переработка информации, связанная с определением места и роли данной задачи в решении (замысле) более общей задачи; планирование решения задачи, включая выдвижение некоторой системы предварительных гипотез; расчленение данной задачи на подзадачи, которые нужно выполнить для достижения конечной цели, с учетом динамики развития событий. Решение «созревает» далеко в глубине первого этапа.

На втором этапе осуществляется по уровневый комплексный анализ и оценка компонентов проблемной ситуации; проверка выдвинутых гипотез в рамках подзадач; принятие и формулирование частных решений.

На заключительном этапе формируется однозначное для данных условий решение, связанное с определением направления и последовательности действий, распределением и организацией сил и средств, выявлением рациональных способов управления. Здесь же определяются пути реализации решения, т. е. оператор на основе требований и условий задачи (Р) последовательно переходит к общей гипотезе (GH), затем к специфицированным гипотезам (SH) и, наконец, находит конечный результат.

Этот процесс может быть описан следующим образом:

$$P(K_1 \rightarrow K_n)GH \Rightarrow GH(K_{n+1} \rightarrow K_{n+m})SH \Rightarrow SH(K_{n+m+1} \rightarrow K_{n+m+r})R, \quad (1)$$

где К – последовательные шаги принятия решения.

Яговкин Николай Германович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Техносферная безопасность и управление качеством». E-mail: bjd@list.ru

Таблица 1. Характеристики процесса принятия решений

Частные задачи	Методы их решений	Виды решений
Обнаружение сигнала	Информационный поиск по полю	Решение о наличии или отсутствии сигнала
Различение	Информационный поиск по отдельным признакам	Решение о различии или сходстве сигналов
Опознавание (идентификация) сигнала	Сопоставление с эталоном	Решение о типе, виде сигнала
Интерпретация, декодирование (идентификация) ситуации	Сопоставление с концептуальной моделью	Решение о ситуации
Выбор стратегии	Сопоставление с целью и алгоритмами управления	Решение о стратегии воздействия на систему (программа)
Построение плана действий	Сопоставление с имеющимися возможностями	Решение о конкретных действиях (рабочий план)

Из изложенного видно, что общая логико-психологическая структура решения задачи по своему строению имеет «каркасный» характер. Этапы связаны прямыми и обратными связями. При этом каждый из этапов по отношению к предыдущим обладает характером решения, а по отношению к последующим — характером проблемы. В основе решения задачи лежит непрерывное ее переформулирование, построение предварительной концептуальной модели и трансформирование ее в конечную концептуальную модель решения исходной проблемной ситуации. Концептуальная модель имеет сложное строение и формируется в результате взаимодействия входящих в ее состав структурных и статистических компонентов. Структурные компоненты связаны с анализом проблемной ситуации, статистические — с использованием априорной информации.

Приведенная структурная схема принятия решения претерпевает существенные изменения в зависимости от характера деятельности. При алгоритмической деятельности этапы решения задачи «сжимаются», но реализуются в строгой последовательности; процессы поиска информации, выдвижения и оценки гипотез осуществляются стандартизировано. При эвристической деятельности этапы решения задачи разветвляются, но реализуются скачкообразно; процессы поиска информации, выдвижения (конструирования) и оценки гипотез осуществляются на основе упреждающего планирования, условного снятия ограничений (упрощения задачи путем дивергентных и конвергентных

преобразований) и последующего их наращивания, а также использования других эвристик.

Сложность процесса принятия решения может быть оценена по сложности используемых алгоритмов либо с помощью абстрактной шкалы логической сложности. В порядке возрастания логической сложности выделяются решения следующих типов:

- дедуктивные $y_i = F(x_i)$ – нахождение следствия y_i по причине x_i и известному закону F ;
- абдуктивные $x_i = F^{-1}(y_i)$ – нахождение причины x_i – полученного результата y_i ;
- индуктивные – отыскание закономерности F на основе известных фактов x_p, y_p ,
- прогнозические – формирование гипотезы проблемной ситуации при управлении эргатическими системами и в условиях неполной информации;
- автономные, направленные на корректировку программы основного информационного преобразования.

Длительность процесса принятия решения зависит от числа t логических условий и наличия зон сомнения (рис. 1) [6]. При 3 – 4 логических условиях быстрые безошибочные решения затруднительны, при большем – невозможны.

При информационном поиске, состоящем из нескольких сенсорных действий, зависимость времени первой реакции от числа предъявленных сигналов выражается формулой

$$T = a\sqrt{n} + b, \quad (2)$$

где T – время первого действия, с;
 n – число сигналов;

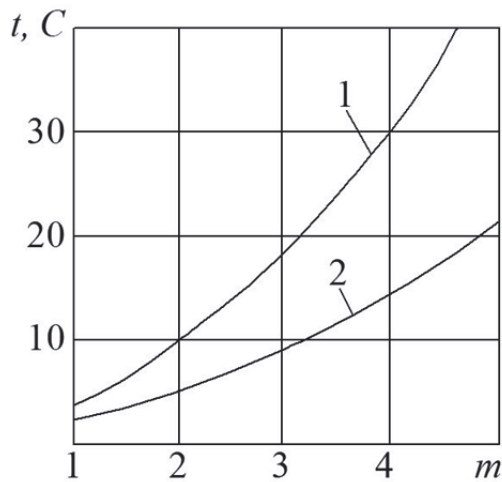


Рис. 1. График времени принятия решения в зависимости от числа логических условий m :
 1 – при наличии зон сомнений;
 2 – при отсутствии зон сомнений

a – коэффициент, зависящий от характера сигналов;
 b – постоянная, зависящая от внешних условий деятельности (наличия одновременно решаемых других задач, неблагоприятных факторов и т. п.).

Для частного случая при $a = 0,57$ и $b = 0,920$ график зависимости длительности первого действия от числа сигналов показана на рис. 2 [6].

Качество решений определяется следующими факторами.

1. Организация работы персонала:

- а) распределение функциональных обязанностей между операторами;
- б) координация деятельности отдельных групп и служб пункта управления по решаемым частным задачам;
- в) степень обучения и тренировки персонала, в том числе и уровень подготовки операторов к работе на автоматизированных средствах управления.

2. Взаимодействие персонала со средствами управления:

- а) степень соответствия информационной модели реальной обстановке и задачам персонала и удобство пользования средствами отображения;
- б) организация автоматизированных рабочих мест и пультов управления, обеспечивающих оперативное управление источниками информации, отбор и преобразование информации на устройствах отображения и для ее обработки.

3. Индивидуально-психологические качества человека

- а) соотношение процессов построения (A) и контроля (K) гипотез:
 $A > K$ – импульсивные решения (процессы построения гипотез преобладают над контрольными процессами);
 $A \geq K$ – решения с риском;
 $A = K$ – уравновешенные решения;
 $A \leq K$ – осторожные решения;
 $A < K$ – инертные решения (контрольные процессы резко преобладают над процессами построения гипотез, протекающими медленно и неуверенно).

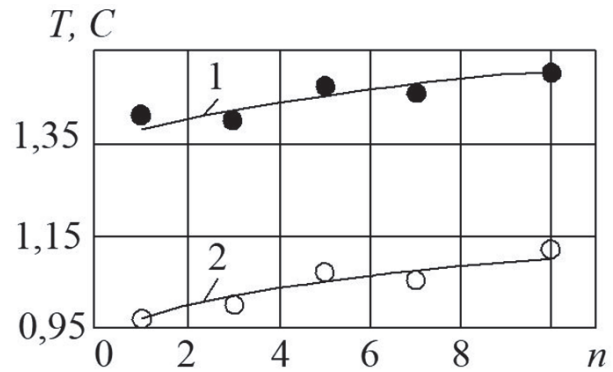


Рис. 2. График зависимости длительности первого действия T от числа сигналов n в сигнальном комплексе:
 1 – при наличии дополнительной задачи;
 2 – без дополнительной задачи

ными процессами);
 $A \geq K$ – решения с риском;
 $A = K$ – уравновешенные решения;
 $A \leq K$ – осторожные решения;
 $A < K$ – инертные решения (контрольные процессы резко преобладают над процессами построения гипотез, протекающими медленно и неуверенно).

Показано, что людям с достаточно высоким уровнем интеллектуального развития свойственно ограничение крайних типов (импульсивного и инертного) и преобладание более уравновешенных типов решений. Причем наиболее эффективное при наличии необходимых знаний у человека, сочетающего в своих решениях риск с осмотрительностью;

б) эмоциональные факторы: как положительные, так и отрицательные эмоции могут оказывать на процесс принятия решений и его результаты и положительное, и негативное влияние в зависимости от ситуации;

в) мотивационные факторы в зависимости от структуры мотивов и ситуации также оказывают различное действие.

Формализация процесса принятия решений реализуется следующим образом.

Допустим, имеется управляющая система с N возможными состояниями ($i = 1, \dots, N$). В каждом состоянии человек может принять Δ_i возможных решений, совокупность которых для всех состояний системы в рассматриваемый интервал времени составляет стратегию человека. Совокупность стратегий, характерных для данного человека будем называть его политикой. Стратегия человека может быть выражена как матрица переходных вероятностей $P^k = \|p_{ij}^k\|$ от состояний i к состояниям j ; соответствующая ей матрица выигрышей системы, получаемых от реализации каждого решения человека, $R^k = \|r_{ij}^k\|$. Можно принять, что система переходит из одного состояния в другое через равные

интервалы времени. Считая, что последствие отсутствует, применим аппарат теории марковских процессов.

Рассмотрим политику человека на конечном интервале времени при длительной работе, когда время наблюдения неограниченно. Если проводится анализ на конечном интервале, то может быть оценен общий выигрыш от той или иной политики человека. В этом случае применимы методы динамического программирования.

Полный ожидаемый выигрыш за p шагов при начальном состоянии системы i ($i = 1, \dots, N$)

$$\begin{aligned} v_2(n) &= \sum_{j=1}^N p_{ij} [b_{ij} + v_j(n-1)] = \\ &= \sum_{j=1}^N p_{ij} b_{ij} + \sum_{j=1}^N p_{ij} v_j(n-1), \end{aligned} \quad (3)$$

или

$$v_i(n) = q_i + \sum_{j=1}^N p_{ij} v_j(n-1), \quad (4)$$

где $q_i = \sum_{j=1}^N p_{ij} b_{ij}$ – минимальный ожидаемый

выигрыш системы.

Если политика человека в целом оценена как оптимальная, то для критерия оптимальности $(n+1)$ -го решения можно записать

$$v(n+1) = \max_{k=1,2,\dots,\Delta_i} \left\{ q_i^k + \sum_{j=1}^N p_{ij}^k v_j(n) \right\}, \quad i=1,2,\dots,N. \quad (5)$$

При неограниченном времени протекания оцениваемой деятельности человека суммарный выигрыш системы также растет неограниченно, поэтому политику оператора можно оценивать по среднему ожидаемому доходу от реализации одного решения.

Использование результатов данных исследований поможет человеку исключить ошибочные действия при управлении технологическим оборудованием, и тем самым обеспечить безопасность его труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов, С.Б. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник / С. Б. Белов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Юрайт, 2011.
2. Васильев, А.В. Повышение безопасности жизнедеятельности информационно-программными методами / А.В. Васильев // Автотракторное электрооборудование. – 2004. – № 11. – С. 34-37.
3. Васильев, А.В. Построение диаграмм влияния типа «дерево происшествий» для анализа производственного травматизма / А.В. Васильев // В сборнике: Современные тенденции развития автомобилестроения в России. Труды Всероссийской научно-практической конференции. – 2003. – С. 609-611.
4. Васильев, А.В. Человеческий фактор как причина аварийности и травматизма на производстве и его анализ на основе принципов системного подхода к обеспечению безопасности / А.В. Васильев, Д.В. Аношкин // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 11. – С. 22-25.
5. Васильев, А.В. Проблемы совершенствования охраны труда и промышленной безопасности путем разработки информационной базы и программного обеспечения / А.В. Васильев, А.А. Герасимов, В.А. Шишкин // В сборнике: Современные тенденции развития автомобилестроения в России. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 30-летию кафедр «Автомобили и тракторы» и «Тепловые двигатели». – 2004. – С. 76-83.
6. Крылов, А.А. Человек в автоматизированных системах управления / А.А. Крылов. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 192 с.
7. Управление техносферной безопасностью. Управление безопасностью технологических процессов: учебное пособие / Сост. Д.А. Мельникова, Н.Г. Яговкин, Г.Н. Яговкин [под редакцией Г.Н. Яговкина]. – Самара: Самар. гос. тех. ун-т, 2017. – 292 с.

IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF MAKING MANAGERIAL DECISIONS BY A PERSON WHEN OPERATING BY TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

© 2024 N.G. Yagovkin

Samara State Technical University, Samara, Russia

Human error in operating process by technological equipment is a major cause of accidents. The characterization of this decision process is developed. The problems solved in this process are formulated. The structural scheme of decision-making is carried out. The factors determining their quality are outlined. The mathematical model of decision-making has been developed.

Keywords: operating process by technological equipment, accidents, managerial decisions.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-1-141-145

EDN: LHUPJB

REFERENCES

1. *Belov, S.B.* Bezopasnost` zhiznedeyatel`nosti i zashhita okruzhayushhej sredy` (texnosfernaya bezopasnost`): uchebnik / S. B. Belov. – 2-e izd., ispr. i dop. – M.: Yurajt, 2011.
2. *Vasil`ev, A.V.* Povy`shenie bezopasnosti zhiznedeyatel`nosti informacionno-programmny`mi metodami / A.V. Vasil`ev // Avtotraktornoe e`lektooborudovanie. – 2004. – № 11. – S. 34-37.
3. *Vasil`ev, A.V.* Postroenie diagramm vliyaniya tipa «derevo proisshestvij» dlya analiza proizvodstvennogo travmatizma / A.V. Vasil`ev // V sbornike: Sovremenny`e tendencii razvitiya avtomobilstroeniya v Rossii. Trudy` Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2003. – S. 609-611.
4. *Vasil`ev, A.V.* Chelovecheskij faktor kak prichina avarijnosti i travmatizma na proizvodstve i ego analiz na osnove principov sistemnogo podxoda k obespecheniyu bezopasnosti / A.V. Vasil`ev, D.V. Anoshkin // Bezopasnost` truda v promy`shlennosti. – 2010. – № 11. – S. 22-25.
5. *Vasil`ev, A.V.* Problemy` sovershenstvovaniya ohrany` truda i promy`shlennoj bezopasnosti putem razrabotki informacionnoj bazy` i programmnoho obespecheniya / A.V. Vasil`ev, A.A. Gerasimov, V.A. Shishkin // V sbornike: Sovremenny`e tendencii razvitiya avtomobilstroeniya v Rossii. Sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-texnicheskoj konferencii s mezhdunarodny`m uchastiem, posvyashhennoj 30-letiyu kafedr «Avtomobili i traktory`» i «Teplovy`e dvigateli». – 2004. – S. 76-83.
6. *Kry`lov, A.A.* Chelovek v avtomatizirovanny`x sistemax upravleniya / A.A. Kry`lov. – M.: Izd-vo MGU, 2002. – 192 s.
7. Upravlenie texnosfernoj bezopasnost`yu. Upravlenie bezopasnost`yu texnologicheskix processov: uchebnoe posobie / Sost. D.A. Mel`nikova, N.G. Yagovkin, G.N. Yagovkin [pod redakciej G.N. Yagovkina]. – Samara: Samar. gos. tex. un-t, 2017. – 292 s.