

КОРРЕКЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКОМ-ОПЕРАТОРОМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В.И. Павлов, А.Ю. Головлева

ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор Д.Ю. Муромцев

Ключевые слова и фразы: автоматизированное управление; коррекция информационной системы; поддержка принятия решений; условия неопределенности.

Аннотация: Предложен подход повышения эффективности операторской деятельности в условиях неопределенности, заключающийся в оперативной коррекции оператором базы данных системы информационной поддержки. Указано на целесообразность использования системы поддержки принятия решений в качестве информационной поддержки в условиях неопределенности.

Мировая статистика свидетельствует, что на «человеческий фактор» в области автоматизированного управления объектами (процессами) приходится более 50 % всех случаев нарушений, инцидентов и происшествий. Наиболее «узким местом» в организации автоматизированного управления является «пропускная способность» человека-оператора. Так, например, у оператора радиолокационной станции управления воздушным движением она в 5–8 раз ниже пропускной способности самой станции, работающей в автоматическом режиме. К тому же пропускная способность операторов, работающих в одних и тех же условиях, различна – разброс доходит до 30 % в зависимости от уровня их квалификации [7]. Наиболее сложными при работе операторов являются ситуации, в которых возникают неопределенности в показаниях приборов и измерителей, противоречия в показаниях, выход индицируемых показаний за пределы допустимых значений. Традиционно под эффективностью операторской деятельности понимается пропускная способность (быстродействие) – количество обслуживаемых заявок в единицу времени и безошибочность (помехоустойчивость) – способность оператора принимать правильные решения в условиях действия неблагоприятных психологических факторов.

Павлов Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», e-mail: vpavl@mail.ru; Головлева Анна Юрьевна – аспирант кафедры «Конструирование радиоэлектронных и микропроцессорных систем», ТамбГТУ, г. Тамбов.

С целью повышения эффективности операторской деятельности применяют процедуру принятия решения в условиях неопределенности при наличии подсказки. Существует множество различных моделей разработки и принятия решений [2, 7].

Традиционной является процедура принятия решения, основанная на рациональной модели: 1 – определение исходных данных; 2 – выделение проблемы; 3 – формирование системы целей и ограничений; 4 – разработка множества альтернатив; 5 – оценка альтернатив; 6 – выбор альтернативы; 7 – реализация и контроль за ходом выполнения.

Традиционная процедура реализуется в тех случаях, когда вся необходимая информация является неискаженной, проблема может быть точно и однозначно определена, цели независимы и неконфликтны, может быть создано полное множество альтернатив, существует точная количественная связь между каждой альтернативой и целями, может быть выбрано лучшее решение из имеющихся вариантов в смысле всех поставленных целей. При этом действия 1–4 формализованы с помощью экспертной системы и составляют неизменное ядро системы информационной поддержки (СИП) оператора, а при реализации действий 5–7 оператор может пользоваться подсказкой и изменять критерии оценки альтернатив. Процедура, основанная на рациональной модели, приводит к запрограммированным решениям, принятым как результат реализации определенной последовательности действий.

Для оценки альтернатив используются определенные правила принятия решений. Правило принятия решения – это критерий, по которому выносите суждение об оптимальности данного конкретного исхода.

Для принятия решений применяются следующие методы, которые оператор может оперативно реализовать для достижения основной цели управления: платежная матрица; дерево решений; методы прогнозирования.

Платежная матрица полезна, когда имеется разумно ограниченное число альтернатив; то, что может случиться, с полной определенностью неизвестно; результаты принятого решения зависят от того, какая именно выбрана альтернатива, и какие события в действительности имеют место (при этом вероятности релевантных событий должны рассчитываться в реальном масштабе времени).

Метод дерева решений может применяться как в ситуациях, в которых применяется платежная матрица, так и в более сложных ситуациях, в которых результаты одного решения влияют на последующие решения. То есть дерево решений – удобный метод для принятия последовательных решений.

Методы прогнозирования, в которых используется как накопленный в прошлом опыт, так и текущие допущения насчет будущего с целью его определения включают в себя: анализ временных рядов; каузальное моделирование – прогнозирование путем исследования статистической зависимости между рассматриваемым фактором и другими переменными.

В рамках данных методов оптимизацию решений по выбору альтернатив целесообразно осуществлять по максимумному, минимумному или критерию Гурвича. Обоснование выбора одного из этих критериев обусловлено следующими обстоятельствами: максимумное решение учитывает отрицательные моменты различных исходов и является достаточно ос-

торожным подходом к принятию решений; минимаксное решение – это решение, при котором минимизируются максимальные потери и учитываются упущенные возможности; критерий Гурвича является компромиссным.

В данной статье предлагается осуществлять автоматизированное управление объектом или процессом при возникновении условий неопределенности не только с использованием подсказки, но и корректировать в случае необходимости определенную часть базы данных СИП – некоторые данные и правила их обработки, то есть часть базы знаний. В качестве СИП целесообразно применять систему поддержки принятий решений (СППР).

При разработке процедуры принятия решения оператором по коррекции СППР при наличии подсказки необходимо учитывать следующие особенности:

- СППР находится в состоянии непрерывного функционирования с изменяющимися внешними и внутренними факторами влияния;
- возможно возникновение неопределенности в первичных измерениях из-за воздействия помех естественного и искусственного происхождения;
- решение принимается в условиях дефицита времени;
- при изменении условий функционирования (внешних, внутренних) и отсутствии реакции оператора вариант решения генерируется автоматически;
- алгоритмы формирования решения оператором и СППР должны быть адекватными между собой и учитывать психический портрет «идеального оператора»;
- оператор имеет возможность изменять предпочтения (иерархию критериев), неоднократно пользоваться подсказкой, корректировать определенную часть баз данных, моделей, знаний;
- решаемая задача может иметь уникальный, новый характер, когда отсутствуют статистические данные, позволяющие обосновать иерархию между критериями;
- на момент принятия решения может принципиально отсутствовать информация, позволяющая объективно оценить возможные последствия выбора того или иного варианта решения;
- оператор должен принимать решения по корректировке определенной части баз данных, моделей, знаний СППР в реальном масштабе времени.

Оператору для разрешения возникающих неопределенностей, наряду с рациональными, неизбежно приходится принимать незапрограммированные решения, которые в определенной степени новы или сопряжены с неизвестными факторами. В таких случаях корректировка СППР является многокритериальной задачей, решаемой совместно оператором и СППР. Решение данной задачи целесообразно осуществлять путем построения пространства Эджворта–Парето (Э–П) и организации работы оператора на этом множестве. Это обусловлено тем, что оператор способен работать с визуализированным множеством Э–П, то есть проводить анализ на плоскостях пар критериев при фиксированных значениях других

критериев. Этот подход получил название метода достижимых целей [5] и может быть согласован с программной реализацией в СППР.

Модель задачи принятия решения может быть представлена в виде [1]

$$\langle t, X, R, A, F, G, D \rangle,$$

где t – цель – выбор одной из альтернатив; X – множество допустимых альтернатив; R – множество критериев оценки степени достижения поставленной цели; A – множество шкал измерения по критериям; F – отображение множества допустимых альтернатив в множество критериальных оценок; G – система предпочтений решающего элемента; D – решающее правило, отражающее систему предпочтений.

Классификация моделей задач принятия решений (ЗПР) применительно к корректировке СППР заключается в следующем:

1) по виду отображения F – детерминированное, вероятностное или неопределенное можно выделить ЗПР по корректировке СППР в условиях определенности, риска и неопределенности;

2) по мощности множества R ЗПР по корректировке СППР являются многокритериальными, то есть векторными;

3) по типу системы G ЗПР по корректировке СППР по отношению к оператору выражают предпочтение одного лица, а в плане генерирования машинной подсказки СППР – группы экспертов.

В результате реализации решений, принимаемых оператором, осуществляется целенаправленное изменение структуры и параметров устройств, входящих в состав СППР, для достижения максимального эффекта ее применения. Необходимость целенаправленного изменения структуры и параметров ППР в динамическом режиме работы обусловлена, как правило, сложностью и непредсказуемостью состояния внешней среды из-за действия искусственных помех, быстротечностью изменений наблюдаемой обстановки. Поэтому изменение структуры и параметров устройств СППР рассматривается и как способ компенсации неблагоприятных изменений в среде, препятствующих нормальному функционированию, и как средство достижения поставленных перед СППР целей.

В самом общем виде целью принятия и реализации решений является поддержание эффективности работы СППР на возможно более высоком уровне. Проверить выполнение этой цели можно по состоянию вектора Z_k выходных параметров СППР, через который выражается в общем виде показатель эффективности $\mathcal{E} = \mathcal{E}(Z_k)$ [4]. Объектом коррекции являются параметры C_k и структура каналов наблюдения СППР. Показатели качества выдаваемой информации зависят от состояния внешней среды Pr – признакового пространства сигналов и помех, набора скорректированных внутренних параметров C_k , и корректирующих воздействий U_k

$$Z_k = F [Pr, C_k, U_k, k],$$

где F – оператор модели; k – момент времени. Целью коррекции является достижение таких значений вектора $Z_k = Z_k^*$, которые обеспечивают

$$\max_Z \mathcal{E} [Z_k] = \mathcal{E} [Z_k^*] = \mathcal{E}_k^*.$$

Располагая информацией о состоянии среды, объекте управления и цели управления, можно представить корректирующие воздействия U_k как результат работы алгоритма

$$U_k = \varphi [\Theta_k^*, Pr, C_k, Z_k], U_k \leq U_{k \text{ доп}},$$

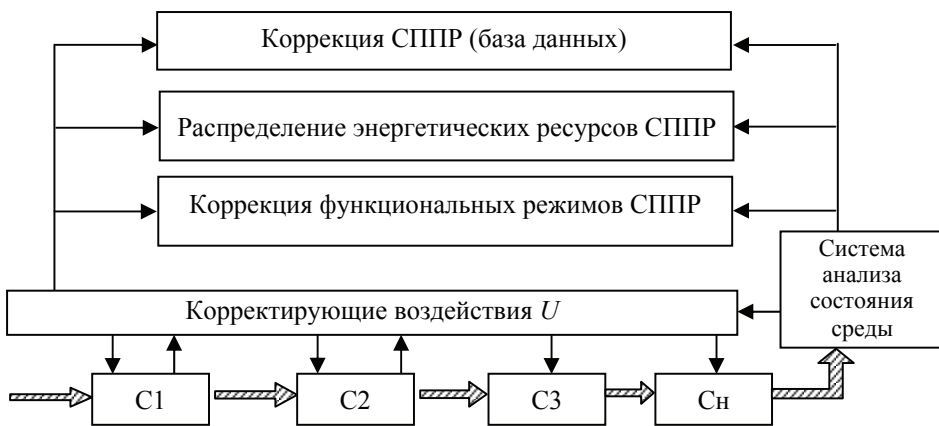
где $U_{k \text{ доп}}$ – допустимые значения воздействий.

Трудности решения задачи управления СППР в общем виде связаны с тем, что для сложных систем, функционирующих в быстроменяющейся обстановке, отсутствуют способы оптимизации, которые позволили бы дать количественную оценку оптимальности функционирования в целом. В связи с этим целесообразно использовать известный способ иерархической декомпозиции на подсистемы в предположении, что для каждой из них существуют собственные целевые функции, вытекающие из общей целевой функции системы [6].

Исходя из изложенных общих положений и используя приемы декомпозиции, СППР можно разделить на корректируемые устройства, соответствующие основным системам обработки информации. В то же время взаимосвязанность управляемых параметров не позволяет в некоторых случаях организовать коррекцию изолированно по каждому из элементов СППР, что говорит о невозможности в таких случаях пространственного расчленения системы. Вместе с тем специфика работы СППР часто не позволяет формировать корректирующие воздействия поэтапно во времени, что приводит к необходимости строить многоуровневую иерархическую систему коррекции (рисунок). Очевидно, что в таком случае формирование корректирующих воздействий должно быть автоматизировано с максимально возможным применением СППР оператором.

Внешняя обстановка для СППР характеризуется наличием в зоне ответственности первичных источников информации объектов и помех. Ситуационная обстановка ($C1 - Cn$) воссоздается по априорным и апостериорным данным с помощью аналитических моделей и алгоритмов определения внешних ситуаций по данным первичных источников информации. Эти модели и алгоритмы входят в систему анализа состояния среды.

Таким образом, целесообразно осуществлять коррекцию информационной системы человеком-оператором при автоматизированном управлении объектом (процессом) в условиях неопределенности. Наиболее подходящей информационной системой при этом является система поддержки принятия решений. Коррекцию необходимо рассматривать как многоуровневую процедуру, соответствующую изображенной на рисунке системе.



Многоуровневая система коррекции СППР

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 12-08-00352, № 10-08-00555.

Список литературы

1. Блюмин, С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмин, А.И. Шуйкова. – Липецк : ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
2. Голубков, Е.Н. Технология принятия управленческих решений / Е.Н. Голубков. – М. : Дело и сервис, 2005. – 544 с.
3. Ковалев, С.Е. Развитие системы организации воздушного движения и повышение качества подготовки авиадиспетчеров в России / С.Е. Ковалев // Проблемы современной экономики. – 2004. – № 1–2. – С. 184–187.
4. Ларичев, О.И. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития / О.И. Ларичев, А.Б. Петровский // Итоги науки и техники. Техническая кибернетика. – 1987. – Т. 21. – С. 131–164.
5. Компьютер и поиск компромисса. Метод достижимых целей / А.В. Лотов [и др.]. – М. : Наука, 1997. – 240 с.
6. Пугачев, В.С. Стохастические дифференциальные системы. Анализ и фильтрация / В.С. Пугачев, И.Н. Сеницын. – М. : Наука, 1990. – 632 с.
7. Сахирова, И.П. Операционный анализ в принятии управленческих решений / И.П. Сахирова. – М. : Бератор Паблицинг, 2007. – 176 с.

Correction of Information System by Human Operator in Conditions of Uncertainty

V.I. Pavlov, A.Yu. Golovleva

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: automated control; conditions of uncertainty; correction of information systems; decision support.

Abstract: This article proposes a new approach to increase the efficiency of operator's work in conditions of uncertainty. The approach means immediate correction of information support system by the operator. The article highlights the advantage of applying the Decision Support system as information support system in conditions of uncertainty.

© В.И. Павлов, А.Ю. Головлева, 2013