

УДК 658.5.011.56

ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ БАНКА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ МЕЖДУ ОПЕРАТОРАМИ АСУ

Е. А. Лавров

Профессор, доктор технических наук
Кафедра компьютерных наук
Сумской государственной университет
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007
Контактный тел.: 050-691-37-33
E-mail: prof_lavrov@mail.ru

Н. Б. Пасько

Старший преподаватель
Кафедра кибернетики и информатики
Сумской национальной аграрный университет
ул. Кирова, 160, Сумы, 40020
Контактный тел.: 050-603-06-74
E-mail: pasko_nb@mail.ru

Досліджено потреби оператора-керівника в частині забезпечення математичними методами рішення задач оптимального розподілу функцій між операторами АСУ. Запропоновані принципи формування банку оптимізаційних моделей

Ключові слова: банк моделей, алгоритм функціонування, цільова функція, оптимізаційна модель

Исследованы потребности оператора-руководителя в части обеспечения математическими методами решения задач оптимального распределения функций между операторами АСУ. Предложены принципы формирования банка оптимизационных моделей

Ключевые слова: банк моделей, алгоритм функционирования, целевая функция, оптимизационная модель

Task of the optimum distributing of functions between the operators of automated control the system. The necessities of operator-leader are investigational. Principles of forming of bank of optimization models are offered

Keywords: algorithm of functioning, objective function, optimization model

1. Введение

Последние годы характеризуются существенным изменением характера деятельности операторов АСУ. Появился класс распределенных систем, в которых операторы взаимодействуют посредством средств телекоммуникаций и специального программного обеспечения. Во многих случаях заявки, которые должны быть выполнены системой, поступают в случайные заранее неизвестные моменты времени. Традиционная задача эргономики "распределение функций между операторами" кардинальным образом меняет свое содержание. Если для традиционных эрготехнических систем [1,3] задача решалась, как правило, при проектировании системы, иногда (с появлением, например, ГПС) - 1 раз в смену, то с появлением систем с оперативным возникновением запросов на решение задач возникает необходимость решения задач в режиме "on-line".

Для простейших систем с однотипными заявками используется, как правило, логически простые дисциплины обслуживания закрепления заявок за

свободными операторами. Такие правила, например, используются в получивших в последнее время распространение Call-центрах. В простейших системах "переключение" на оператора, которому поручается заявка, производится автоматически.

Для сложных эрготехнических систем со многими операторами (полиэрготехнических систем), таких как

- гибкие производственные системы,
- системы сопровождения и отработки команд по цели,
- расчетные центры,
- банковские системы,

в которых выполнение заявки предусматривает некоторую операторскую деятельность с использованием информационно-программно-технических средств и качество реализации этой деятельности существенно зависит от того, кому поручено выполнение заявки, решение об организации деятельности принимается, как правило, специальным оператором, хорошо знающим предметную область, которого называют "оператор-руководитель".

Такой оператор имеет (в неформализованном или формализованном виде) информацию о функциональных возможностях операторов-исполнителей, что позволяет ему принимать какие-либо решения [4,5].

Для сложных систем в связи с большим количеством параметров, которые должен отслеживать оператор-руководитель, и огромным количеством вариантов организации деятельности, актуально создание специальных систем поддержки принятия решений [8]. Основные требования и структура такой системы разработаны в [7].

2. Постановка задачи

Информационная система для оператора - руководителя [7] основана на комплексе моделей, в том числе:

- операторов, работающих в системе,
- информационно-программно-технических средств, имеющихся в распоряжении операторов,

- технологических процессов реализации заявок, поступающих в систему.

Реализация такой СППР позволяет получать ответы на ряд запросов, актуальных для оператора-руководителя в процессе принятия решений.

СППР реализует запросы типа:

- информационный (в том числе отбор объектов, операторов, отвечающих некоторому условию или комплексу условий);
- оценочный;
- оптимизационный.

Реализация процедур выбора оптимального варианта закрепления функций является главной целью СППР.

Поэтому в системе должны быть предусмотрены соответствующие информационные технологии.

В зависимости от конкретных условий функционирования системы, требований к эффективности реализации функций, ограничений на условия деятельности операторов возможно множество постановок задач выбора.

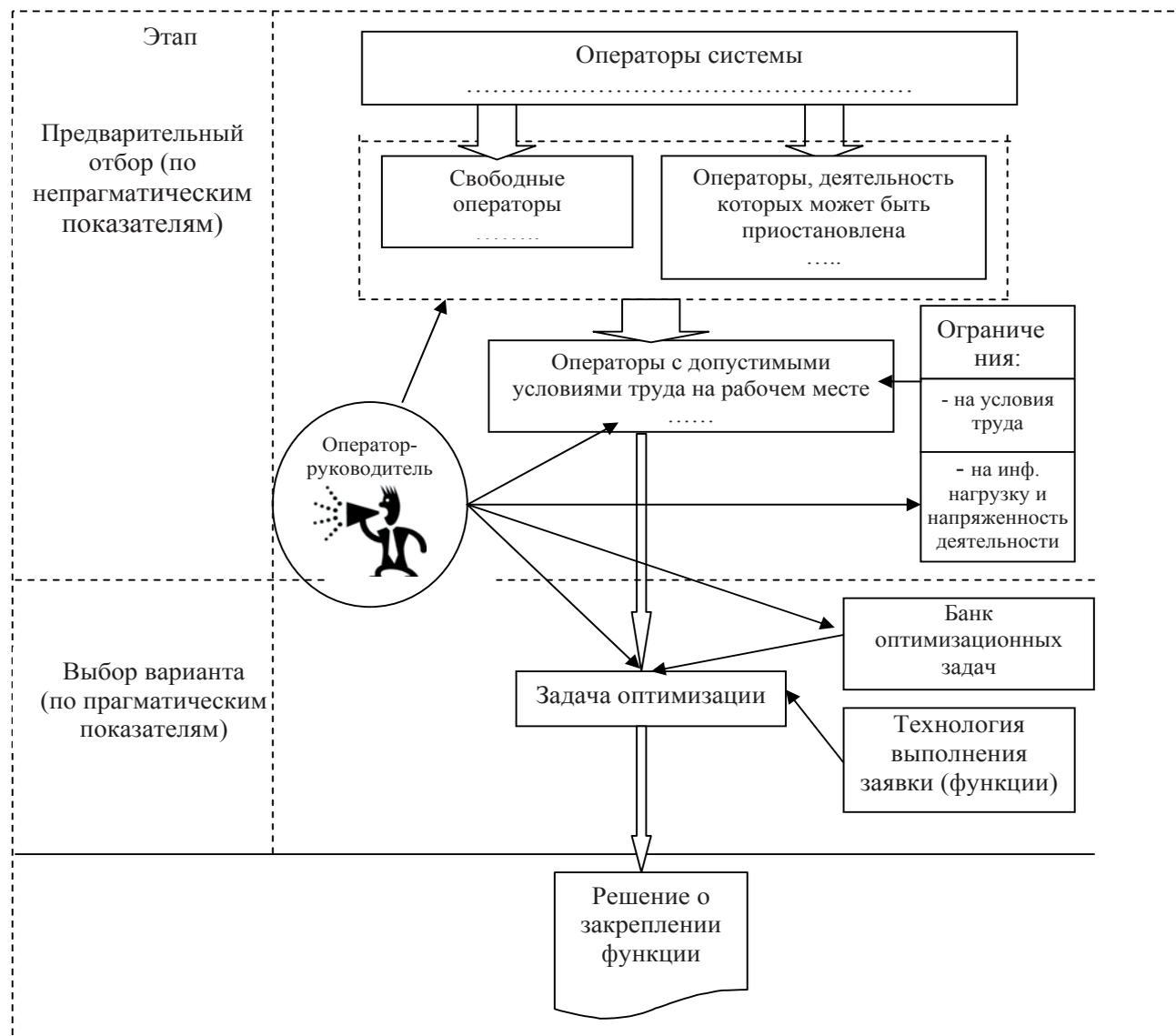


Рис. 1. Этапы принятия решений о закреплении функций за операторами

В данной работе с целью последующего формирования банка оптимизационных задач СППР ставится задача изучить организацию деятельности оператора – руководителя по анализу и выбору вариантов и таким образом сформировать множество K требований к составу моделей, которые необходимы для включения в банк данных.

3. Результаты

3.1. Исследование деятельности операторов-руководителей по принятию решений о закреплении функций

Укрупненно процесс принятия решения о закреплении функций охарактеризован на рис.1.

3.2. Характеристика работ, выполняемых на этапе формирования области допустимых решений для решения задачи выбора оптимального варианта распределения функций. На данном этапе оператор-руководитель должен иметь возможность отобрать свободных операторов, условия труда на рабочем месте которых допускают привлечение их к выполнению новой заявки. Для этого выполняются следующие работы:

1. Определить количество операторов, которые должны быть закреплены за выполнением заявки (один оператор, группа операторов).

2. Определить множество S_1 свободных операторов.

3. Определить множество S_0 операторов, выполняющих заявки (функции), реализация которых может быть отменена (приостановлена).

4. Сформировать множество операторов, $S=S_1US_0$, включаемых в рассмотрение.

5. Сформировать множество N непрагматических показателей группы “Показатели информационной нагрузки и напряженности оператора”, учитываемых при решении задачи. Возможно включение показателей [13]:

- коэффициент загрузки;
- период занятости;
- длина очереди;
- операционно-темповая напряженность.

6. Определить для каждого показателя из множества N область допустимых значений.

7. Исключить из множества S операторов, для которых значения соответствующих показателей из множества N не находятся в области допустимых значений.

8. Для операторов из множества S оценить условия труда на рабочем месте [1,9].

9. Исключить из множества S операторов, для которых значение категории тяжести условий труда на рабочем месте превышает заданный уровень.

3.3. Анализ задач выбора варианта распределения функций для формирования банка оптимизационных моделей

Целью принятия решений о закреплении функций является, как правило, обеспечение максимального уровня эффективности системы при условии, что будут выполнены ограничения на выполнение заявки (функции) за заданное время, расход стоимостного ресурса, а также различные технологические ограничения.

В качестве критерия, как правило, рассматривается:

- максимум вероятности безошибочного выполнения заявки (для случая, когда рассматривается нарушение технологического процесса одного типа);
- минимум потерь от ошибок (когда целесообразно учитывать возникновение ошибок разных типов и известны экономические потери от нарушений, возникающих вследствие каждого вида нарушения).

Теоретически при оптимизации эрготехнических систем рассматриваются и многие другие, в том числе и многокритериальные задачи [1,2]. Однако, как правило, в практике операторов-руководителей встречаются именно однокритериальные задачи. Кроме того, для задач распределения функций основная трудность состоит именно в возможности учета ряда специфических ограничений, связанных с характеристиками различных операторов и технологическими ограничениями.

Если иметь технологии решения таких однокритериальных задач, возможно, используя приемы [2], решать и другие задачи, например:

- с ограничением на вероятность своевременного выполнения заявки;
- многокритериальные (с различными комбинациями критериев и ограничений).

Таким образом, учитывая опыт оптимизации эрготехнических систем [1], рассмотрим, какие специфические моменты и особенности в задачу оптимизации человеко-машинного взаимодействия вносит задача закрепления функций между операторами, и какие новые задачи должны быть размещены в банке оптимизационных моделей.

Рассмотрим возможные ситуации выбора, характерные для деятельности оператора-руководителя.

Разрез (классификационный признак) 1. “Ограничения на выбор способа реализации алгоритма функционирования” - P1:

A - вид деятельности (индивидуальная, групповая):

- A_1 - один оператор;
- A_2 - группа операторов;

B - наличие альтернативных структур алгоритмов функционирования (способов реализации заявки):

• B_1 - множество возможных структур (способов логико-функциональных связей между операциями, которые должны быть реализованы для достижения цели, введения контрольных операций и т.п.);

- B_2 - единственный вариант структуры;

C - наличие альтернативных способов выполнения отдельных операций алгоритмов функционирования:

- C_1 - множество возможных способов реализации операций;
- C_2 - единственный способ.

D - необходимость ограничений на выбор способов выполнения операций (введения зависимых операций) - вводятся, в случае если имеются технологические ограничения, когда способ выполнения одной операции может определять способы выполнения некоторых других (зависимых):

- D_1 - есть;
- D_2 - нет.

Е - учет занятости оператора выполнением других заявок:

- E_1 - необходим (если на предварительном этапе такой отбор невозможен или не выполнен);
- E_2 - не актуален.

Ф - учет совместности операторов в группе (только для вида деятельности A_2):

- F_1 - необходим;
- F_2 - не выполняется.

Разрез (классификационный признак) 2. "Модель алгоритма функционирования, на базе которой поставлена задача оптимизации" - P2:

- M_1 - функциональная сеть (граф работ, отображающий логико-функциональные связи между операциями алгоритма (см. пример на рис. 2а). Описание алгоритмов функциональной сетью является первичным, наиболее естественным и наглядным. Однако, эффективные алгоритмы оптимизации на функциональных сетях ограничиваются на практике алгоритмами, сводящимися к алгоритмам последовательного типа);
- M_2 - граф событий (отображает исходы выполнения операций графа работ, например, "безошибочное выполнение операции", "выполнение операции с ошибкой" (см. пример на рис. 2а); позволяет выполнять оптимизацию для алгоритмов произвольной структуры, однако требует предварительного перехода от графа работ к графу событий, который в произвольном случае является достаточно трудоемким).

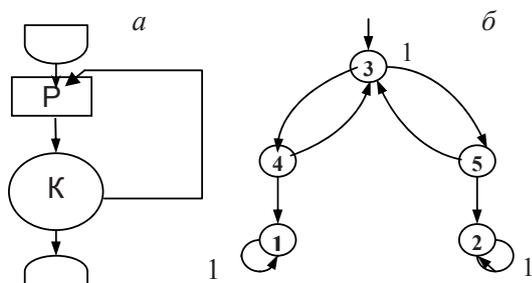


Рис. 2. Пример модели алгоритма выполнения заявки: Граф работ (а), граф событий (б)

Разрез (классификационный признак) 3. "Количество типов ошибок операторов, учитываемых в модели" - P3:

- X_1 - бинарная модель безошибочности ("есть ошибка - нет ошибки");
- X_2 - p -арная модель безошибочности (есть возможность оценить вероятность возникновения ошибок p типов, каждый тип ошибки связан с некоторым нарушением результата выполнения технологического процесса).

Разрез (классификационный признак) 4. "Содержание целевой функции" - P4:

- Z_1 - максимум безошибочности (для случая X_1);
- Z_2 - минимум потерь эффективности. (для случая X_2);
- Z_3 - другие (будут детализироваться по мере необходимости).

3.4. Принципы формирования банка оптимизационных моделей

В связи с острой потребностью практики в настоящее время начаты работы по разработке моделей для банка оптимизационных моделей. Основные требования к такому банку:

- интегрируемость в СППР;
- возможность оперативной идентификации ситуации выбора;
- возможность on-line подключения необходимой оптимизационной модели;
- возможность оперативного обеспечения оптимизационной модели дополнительными моделями (модель алгоритма функционирования) и исходными данными об операторах и качестве выполнения ими отдельных действий и операций;
- расширяемость, возможность добавления новых классификационных принципов и новых задач.

Рассмотрим, например, модели, предложенные авторами в ряде статей с целью формирования банка задач, и опишем их классификационные характеристики.

Название статьи	Источник	Характеристика модели
Выбор варианта групповой деятельности в эрготехнических системах с алгоритмами последовательного типа	[6]	$A_2B_2C_1D_1E_1F_2M_1X_1Z_1$
Использование полумарковского процесса для задачи выбора человека-оператора	[11]	$A_1B_2C_2D_2E_2F_2M_2X_1Z_1$
Модель формирования группы операторов	[10]	$A_2B_2C_2D_1E_1F_1M_2X_1Z_1$
Оптимизационная модель для минимизации возможного ущерба от ошибок оператора	[12]	$A_2B_2C_2D_1E_1F_2M_2X_2Z_2$

4. Направления дальнейших исследований

Формирование банка оптимизационных моделей для оператора-руководителя, исследование его эффективности и разработка рекомендаций по эффективному использованию.

5. Выводы

Деятельность оператора-руководителя полиэрготических систем может быть эффективной только при условии использования специализированных СППР. Одним из элементов такой системы должен быть блок выбора решений о распределении функций между операторами. В связи с большим количеством рассматриваемых вариантов в СППР включается банк оптимизационных моделей.

Такие модели могут быть сформированы на основе подхода, опирающегося на моделирование деятельности операторов с помощью функциональных сетей и использования моделей операторов, работающих в системе.

Литература

1. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник/ Адаменко А.Н., Ашерев А.Т., Лавров Е.А. и др.. под общ. ред. Губинского А.И. и Евграфова Е.Г.- М., Машиностроение, 1993. – 528с.
2. Лавров Е.А. Методы и средства эргономического проектирования автоматизированных технологических комплексов. - Автореферат дисс. на соиск. ученой степени докт. техн. наук. - Сумы, 1996. - 32с.
3. Губинский А.И., Евграфов В.Г. Эргономическое проектирование судовых систем управления. Л.: Судостроение, 1977. 224с.
4. Сатторов Ф.Э. Метод и алгоритмы распределения функциональных возможностей пользователей в системах обработки информации. -Автореф.дисс.на соиск. Учен.степени канд.техн.наук.-Спб.: 2010. - 18с.
5. Падерно П.И., Сатторов Ф.Э Системный администратор локальной вычислительной сети. Задачи, требования, модель, отбор. // Вестник академии наук Республики Таджикистан – Душанбе. - 2009. Том 52 №6. - С. 437-442.
6. Лавров Е.А., Пасько Н.Б. Выбор варианта групповой деятельности в эрготехнических системах с алгоритмами последовательного типа// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Информационные технологии. - Харьков, 2010- 4/7 (46) с.50-55.
7. Лавров Е.А., Пасько Н.Б. Модели для обоснования структуры системы поддержки принятия решений оператора-руководителя// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Системы управления. - Харьков, 2010- 1/5 (43) с.58-62.
8. Сердюк С.М. Інтелектуальна підтримка оператора-керівника// Вісник Сумського Національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». Випуск 1(16), 2007, с.64-69.
9. Лавров Е.А., Пасько Н.Б. Автоматизация оценки условий труда на рабочем месте человека-оператора // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. - Одеса: ОДАБА, 2009- Вип. 36 -С. 250-256.
10. Пасько Н.Б. Оптимизация выполнения функций человеко-машинной системы. Модель формирования группы операторов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Математика и кибернетика – фундаментальные и прикладные аспекты. - Харьков, 2010 -6/4 (48) с.30-33.
11. E. Lavrov, N. Pasko Ergonomics of the of flexible systems “man-computer” . Use of Semi-Markov process for the task of choice of man-operator // International Scientific Conference “UNITECH 10”. Proceedings. 19-20 November 2010, Gabrovo, Bulgaria. - Gabrovo: University Publishing House “V.APRILOV”, 2010.
12. Лавров Е.А., Пасько Н.Б. Оптимизационная модель для минимизации возможного ущерба от ошибок человека-оператора // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків:НТУ «ХПІ» - 2010. - с.164-168.
13. Справочник по инженерной психологии / Под ред. Ломова Б.Ф. – М.: Машиностроение, 1982 – 368 с.