

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR THE FUNCTION'S DISTRIBUTION
BETWEEN OPERATORS IN CONTROL SYSTEM****ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЯВОК
МЕЖДУ ОПЕРАТОРАМИ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И
УПРАВЛЕНИЯ****Lavrov E.A.***Sumy State University (Ukraine)***Pasko N.B.***Sumy National Agrarian University (Ukraine)***Abstract**

Polyergatic control systems with many active operators were investigated. The problem of choosing the optimal fixing of the human operator for an application for execution of the function is examined. The information and software, that implement computer technology choices division of functions between operators, were created. Research is the basis for improving the ergonomic properties of polyergatic control systems. This makes it possible to increase the probability of error-free and timely executing of functions

Keywords: control system, polyergatic, information technology, man-operator, ergonomics, "man-machine", "man-computer" algorithm of functioning, optimization model, distribution of functions, graph of events, graph of works.

ВВЕДЕНИЕ

Современные системы обработки информации и управления (СОИУ) допускают возникновение заявок на решение некоторых заданий в случайные моменты времени. Качество выполнения заявок и выполнение эргономических норм и требований определяется в большой степени правильностью решений по распределению функций между операторами [1-3]. Все заявки имеют ранее обусловленный характер, относятся к какому-либо типу. Оператор-руководитель обязан идентифицировать заявку, определить приоритет заявки по сравнению с уже выполняемыми функциями, время выполнения заявки и назначить оператора-исполнителя для реализации заявки. Учитывая, что на некотором временном отрезке операторы исполнители уже закреплены за выполнением определенного числа функций, оператор-руководитель

должен иметь информацию о текущем состоянии системы. Сюда относится информация о множестве свободных и занятых операторов на данный момент времени, множестве операторов, которые находятся в состоянии планового перерыва, на какие последующие моменты времени оператору поступят следующие регламентные функции, какие приоритеты имеют указанные функции и т.д. Исходя из занятости операторов, на основе анализа их индивидуальных особенностей руководитель должен иметь возможность оценить закрепление за ними поступающей заявки. Отсюда следует необходимость определения показателей качества алгоритмов функционирования (АФ) выполнения регламентных и случайных задач. В зависимости от конкретной производственной ситуации, перед оператором-руководителем может стоять задача выбора оптимального варианта

закрепления функции. При этом возможно множественное число разных постановок задач оптимизации. Это может быть задача максимизации достоверности безошибочного выполнения. А в тех случаях, когда реализация функции может быть выполнена с нарушениями разных типов, задача может быть сформулирована как задача минимизации убытка от возможных нарушений. На показатели качества деятельности операторов СОИУ влияют факторы рабочей среды. Оператор-руководитель должен иметь возможность оценить степень влияния условий труда на каждом рабочем месте.

Постановка задачи. Указанные выше информационные потребности обосновывают необходимость создания системы поддержки принятия решений (СППР) оператора-руководителя СОИУ при решении им задачи закрепления поступающих заявок за операторами-исполнителями. Программные модули должны обеспечивать автоматизацию формирования ответов на запросы оператора-руководителя, оценку АФ операторов-исполнителей, оценку рабочих мест операторов СОИУ, а также автоматизацию выбора оптимального варианта закрепления функции за операторами системы. Для решения задач использована методология функционально-структурной теории профессора Анатолия Ильича Губинского [4,5].

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Компьютерная технология моделирования дискретного человеко-машинного взаимодействия в среде MS Excel [6].

1.1 Структура программного и информационного обеспечения. Все данные, программные модули, необходимые для моделирования человеко-машинного взаимодействия, представляются книгами MS Excel. Для решения рассматриваемых задач программного комплекса производится ввод и накопление табличного описания обобщенной структуры АФ, влияющих факторов на условия труда на каждом рабочем месте, ограничения, целевые

функции для выбора оптимального варианта закрепления функции и т.п. Справочная информация о типовых функциональных единицах (ТФЕ), типовых функциональных структурах (ТФС), графическое изображение структурных элементов, влияющие факторы, а также информация о показателях качества выполнения операций заранее загружается в базу данных MS Excel. Состав программных и информационных средств, необходимых для автоматизации задачи распределения функций между операторами показан на рис.1. Пример компьютерного оценивания алгоритмов деятельности показан в [7]. Аналогичным образом представляется справочная и оперативная информация программного модуля оценки рабочего места оператора [8].

Решение задачи выбора оптимального варианта закрепления функции за операторами системы в предлагаемой компьютерной технологии осуществляется средством MS Excel «Поиск решения». Сформирован банк математических моделей для решения оптимизационных задач, которые возникают в практике принятия решений о закреплении заявок за операторами-исполнителями с учетом надежностных показателей деятельности [9]. Модели разработаны для случаев описания деятельности человека-оператора в виде графа работ и графа событий и обеспечивающие максимальную безошибочность деятельности и минимум ущерба от ошибок человека-оператора с возможностью учета ошибок разных типов.

1.2. Основные режимы работы программного комплекса:

– «Запросы оператора-руководителя»: выявление операторов, имеющих возможность приступить к выполнению поступившей функции;

– «Оценка алгоритмов деятельности»: для моделирования вновь создаваемых алгоритмов функционирования и занесения их в базу как типовых технологий и работы с существующими алгоритмами функционирования, информация о которых имеется в базе данных;

– «Оценка рабочих мест операторов»: для определения категории тяжести на рабочих местах операторов и определения поправочных коэффициентов для показателей качества деятельности операторов;

– «Оптимальное назначение операторов»: для выбора оптимального варианта закрепления поступившей функции;

– «Справочники»: для ведения справочной базы программного комплекса.

Основные элементы интерфейса пользователя (командные кнопки, поля ввода, списки и др.) обеспечивают ввод исходных данных, инициацию выполнения расчетов, просмотр результатов.



Рис.1. Комплекс информационно-программных средств автоматизации задачи распределения функций между операторами

1.3. Пример реализации технологии оптимизации выбора оператора для выполнения заявки. На фирму, основная

деятельность которой - автоматизация предприятий жилищно-коммунального хозяйства, от заказчиков поступает заявка

на разработку нового отчета. Необходимо назначить оператора-исследователя на выполнение заявки. Информация по операторам содержится в базе данных MS Excel «Операторы» (фрагмент показан на рис.2).

6				
7	Поступившая заявка на выполнение функции			
8	Название	Время начала выполнения	Время окончания выполнения	Приоритет функции
9	Разработка отчета	11:00	13:00	Срочная
10				
11	Операторы			
12	Код оператора	Фамилия И.О.	Тип оператор	АРМы
13	Оператор 1	Петренко Ю.В.	Оператор-исследователь	АРМ1
14	Оператор 2	Любич В.Б.	Оператор-исследователь	АРМ2
15	Оператор 3	Шатило В.А.	Оператор-исследователь	АРМ3
16	Оператор 4	Литвин Ю.Ю.	Оператор-исследователь	АРМ4
17	Оператор 5	Петренко В.П.	Оператор-руководитель	АРМ5

Рис.2. Фрагмент базы данных «Операторы»

	А	В	С
28	Название	Обозначение	Название ТФЕ
29	Восприятие заявки на формирование отчета	P1	Рабочая
30	Настройка отчета	P2	Рабочая
31	Выбор режима "Отчеты-Формирование"	P3	Рабочая
32	Задание значений параметров отчета	P4	Рабочая
33	Предварительный просмотр	P5	Рабочая
34	Печать отчета	P6	Рабочая
35	Контроль правильности задания структуры отчета	K1	Контроль функционирования
36	Контроль правильности задания значений параметров отчета	K2	Контроль функционирования
37	Контроль правильности сформированного отчета после просмотра	K3	Контроль функционирования
38			

Рис.3. Операции алгоритма деятельности

Операции алгоритма деятельности показаны на рис.3, структура алгоритма деятельности оператора – на рис.4..

Информация о плановой занятости операторов системы содержится в базе данных «Занятость операторов» (фрагмент базы данных показан на рис. 5). Значения атрибутов данной базы данных по каждому оператору отображают занятость на протяжении рабочего дня, время перерыва, обозначения закрепленных плановых функций и состояние готовности функций.

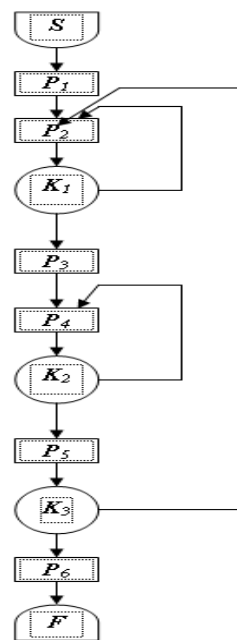


Рис.4. Структура алгоритмов деятельности по выполнению заявок

Информация об операторах, отобранных на первом этапе из базы данных «Занятость операторов» для выполнения поступившей заявки, показана на рис.6, показатели качества выполнения алгоритма деятельности одним из операторов – на рис.7, фрагмент формальной структуры алгоритма деятельности по выполнению заявки – на рис. 8. Результаты оценки алгоритма деятельности приведены на рис.9.

Разработанные модели и программное обеспечение позволили выявить оптимальный вариант закрепления за операторами заявки на разработку отчета. В результате, решение задачи закреплено за 1-м оператором. Вероятность безошибочного выполнения алгоритма функционирования равна 0,99681,

вероятность своевременного выполнения
равна 0,99497.

39									
40	Занятость операторов								
	Рабочее место	Оператор	Начало перерыва	Окончание перерыва	Выполняема функция	Время начала выполнения функции	Время окончания выполнения функции	Признак выполнения	Приоритет функции
41									
42	АРМ 1	Оператор 1	13:30	14:30	Plf1	8:00	11:00	ДА	Срочная
43	АРМ 1	Оператор 1	13:30	14:30	Plf2	13:00	13:30	НЕТ	По плану
44	АРМ 2	Оператор 2	14:00	15:00	Plf3	8:00	11:00	ДА	По плану
45	АРМ 2	Оператор 2	14:00	15:00	Plf4	13:00	14:00	НЕТ	По плану
46	АРМ 2	Оператор 2	14:00	15:00	Plf5	15:00	17:00	НЕТ	По плану
47	АРМ 3	Оператор 3	12:00	13:00	Plf6	8:00	11:00	ДА	Срочная
48	АРМ 3	Оператор 3	12:00	13:00	Plf7	13:00	14:00	НЕТ	По плану
49	АРМ 4	Оператор 4	14:00	15:00	Plf8	8:00	12:00	НЕТ	Может быть отложена
50	АРМ 4	Оператор 4	14:00	15:00	Plf9	12:00	14:00	НЕТ	Может быть отложена
51	АРМ 4	Оператор 4	14:00	15:00	Plf10	15:00	17:00	НЕТ	По плану

Рис.5. Фрагмент базы данных «Занятость операторов»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
33									
34	Занятость операторов								
	Рабочее место	Оператор	Начало перерыва	Окончание перерыва	Выполняема функция	Время начала выполнения функции	Время окончания выполнения функции	Признак выполнения	Приоритет функции
35									
36	АРМ 1	Оператор 1	13:30	14:30	f1	8:00	11:00	ДА	Срочная
37	АРМ 1	Оператор 1	13:30	14:30	f2	13:00	13:30	НЕТ	По плану
38	АРМ 2	Оператор 2	14:00	15:00	f3	8:00	11:00	ДА	По плану
39	АРМ 2	Оператор 2	14:00	15:00	f4	13:00	14:00	НЕТ	По плану
40	АРМ 2	Оператор 2	14:00	15:00	f5	15:00	17:00	НЕТ	По плану
41	АРМ 3	Оператор 3	12:00	13:00	f6	8:00	11:00	ДА	Срочная
42	АРМ 3	Оператор 3	12:00	13:00	f7	13:00	14:00	НЕТ	По плану
43	АРМ 4	Оператор 4	14:00	15:00	f8	8:00	12:00	НЕТ	Может быть отложена
44	АРМ 4	Оператор 4	14:00	15:00	f9	12:00	14:00	НЕТ	Может быть отложена
45	АРМ 4	Оператор 4	14:00	15:00	f10	15:00	17:00	НЕТ	По плану
46									
47									
48	Условие выбора операторов на выполнение поступившей заявки								
	Начало перерыва	Окончание перерыва	Время начала выполнения функции	Время окончания выполнения функции	Признак выполнения				
49									
50		<11:00		<=11:00	ДА				
51	>=13:00		>=13:00						
52									
53	Операторы, выбранные для выполнения заявки								
54									
	Рабочее место	Оператор							
55									
56	АРМ 1	Оператор 1							
57	АРМ 2	Оператор 2							
58	АРМ 4	Оператор 4							
59									

Рис. 6. Список операторов, отобранных для выполнения поступившей заявки

55	Показатели качества выполнения операций алгоритма деятельности операторами системы						
	Операции алгоритма	Операторы	Вероятность безошибочного выполнения, В	Вероятность того, что правильно выполнена операция будет признана правильной, K^{11}	Вероятность того, что неправильно выполнена операция будет признана неправильной, K^{00}	Математическое ожидание времени выполнения $M(T)$, час	Дисперсия времени выполнения $D(T)$, час ²
56							
57	P1	Оператор 1	0,998			0,2500	0,040
61	P2	Оператор 1	0,9965			1,0000	0,400
65	P3	Оператор 1	0,999			0,0060	0,040
69	P4	Оператор 1	0,997			0,0830	0,030
73	P5	Оператор 1	0,998			0,1420	0,050
77	P6	Оператор 1	0,999			0,0383	0,001
81	K1	Оператор 1		0,999	0,989	0,1660	0,030
85	K2	Оператор 1		0,999	0,998	0,0166	0,030
89	K3	Оператор 1		0,998	0,998	0,0900	0,020

Рис. 7. Показатели качества выполнения алгоритма деятельности одним из операторов

15	Номер п/п	Название ТФЕ	Код ТФЕ	Обозначени е ТФЕ	Продолжение						Вероятность выполнения рабочей операции без ошибки
					При выполнении условия	При невыполн ении по КФ	При невыпол нении по КР	На продолжен ие цикла	Номер на выход из цикла	Количес тво повторей в цикле	
16	1	91-Стартер	91	Старт	2	0	0	0	0	0	0,000000
18	2	1 - Рабочая	1	P1	3	0	0	0	0	0	0,998000
19	3	1 - Рабочая	1	P2	4	0	0	0	0	0	0,996500
20	4	3 - Контроль функционирован ия	3	K1	5	3	0	0	0	0	0,000000
21	5	1 - Рабочая	1	P3	6	0	0	0	0	0	0,999000
22	6	1 - Рабочая	1	P4	7	0	0	0	0	0	0,997000
23	7	3 - Контроль функционирован ия	3	K2	8	6	0	0	0	0	0,000000
24	8	1 - Рабочая	1	P5	9	0	0	0	0	0	0,998000
25	9	3 - Контроль функционирован ия	3	K3	10	3	0	0	0	0	0,000000
26	10	1 - Рабочая	1	P6	11	0	0	0	0	0	0,999000
27	11	99-Финишер	99	Финиш	0	0	0	0	0	0	0,000000

Рис. 8. Фрагмент формальной структуры алгоритма деятельности по выполнению заявки

	А	В	С	Д	Е	Ф
1						
2						
3	Оператор	Показатели качества выполнения алгоритма				
4		Вероятность безошибочности выполнения алгоритма	Математическое ожидание времени выполнения алгоритма	Дисперсия времени выполнения алгоритма	Вероятность своевременного выполнения алгоритма	Заданное директивное время, мин., То:
5	Оператор 1	0,996819249	112,1213699	216,5166	0,99497694	150
6	Оператор 2	0,993849937	129,0864742	222,8089	0,919403987	150
7	Оператор 4	0,992178569	119,0967456	276,5432	0,968438883	150

Рис.9. Показатели качества выполнения алгоритма деятельности операторами при наличии операций контроля

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная компьютерная технология позволяет: автоматизировать хранение, накопление и поиск информации, необходимой для оценки алгоритмов функционирования; автоматически «сворачивать» структуры, повышая тем самым степень автоматизации расчетов; моделировать процессы возникновения, выявления, устранения и распространения ошибок разных типов; проводить оценку рабочего места оператора; автоматизировать выбор оптимального варианта закрепления функции за операторами системы; оператору-руководителю принимать аргументированные решения; существенно повысить безошибочность и своевременность реализации заявок

ЛИТЕРАТУРА

- [1] De Felice, F. Methodological Approach for Performing Human Reliability and Error Analysis in Railway Transportation System [Text]. / F. De Felice, A. Petrillo // International Journal of Engineering and Technology. – 2011. – Vol. 3, Issue 5. – P. 341–353.
- [2] Karwowsky, W. Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems [Text] / W. Karwowsky // Ergonomics. – 2005. – Vol. 48, Issue 5. – P. 436–463
- [3] Anokhin, A. N. The system approach to analysis and description of operator activity [Text] / A. N. Anokhin // Cybernetics and Systems. – 2008. – Vol. 1. – P. 82–87.
- [4] Адаменко, А. Н. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания [Текст]: справочник / А. Н. Адаменко, А. Т. Ашеров, И. Л. Бердников и др.; под общ. ред. А. И. Губинского, В. Г. Евграфова. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
- [5] Lavrov E., Pasko N. Ergonomics of the of flexible systems “man-computer”// International Scientific Conference «UNITECH 10», (Gabrovo, Bulgaria, 19-20 November 2010). – Gabrovo : University Publishing House «V.APRILOV», 2010. – Vol. 1. - P. 354-359.
- [6] Лавров Є. А., Пасько Н. Б. Свідомство про реєстрацію авторського права на твір «Комп'ютерна програма «Комп'ютерна технологія моделювання дискретної людино-машинної взаємодії», № 45262, 21.08.2012.
- [7] Lavrov E. Ergonomic support activities. Decision support system for operator-leader / E. Lavrov, N. Pasko // International Scientific Conference "UNITECH 09". Proceedings. (20-21 November 2009, Gabrovo), Bulgaria. – Gabrovo: University Publishing House "V.APRILOV", 2009. – Vol. 1. – P. 364-372.
- [8] Пасько Н. Б. Інформаційна технологія оцінки умов праці людини-оператора в автоматизованих системах / Н. Б. Пасько // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – 2010. – Вип. 2 (22) – С. 70-79.
- [9] Лавров Е. А. Подход к формированию банка оптимизационных моделей для распределения функций между операторами АСУ / Е. А. Лавров, Н. Б. Пасько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Серия «Математика и кибернетика – фундаментальные и прикладные аспекты». – Харьков, 2011. – 1/4 (49). – С. 46-50.