

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМЫ

Рассматривается проблема обеспечения эффективности иерархических человеко-машинных систем. Анализируется задача создания системы поддержки принятия решений оператора-руководителя. Предложена обобщенная информационная модель иерархической человеко-машинной системы. Модель может быть положена в основу автоматизации управления процессом эффективного разрешения заявки на выполнение функции в исследуемых системах.

1. Постановка проблемы в общем виде.

Особенностью последнего десятилетия стал качественный скачок в развитии телекоммуникаций, компьютерных распределенных систем, систем связи. Новые возможности стали причиной стремительного распространения систем управления и обработки данных, основанных на принципах единого информационного пространства, распределенной обработки данных. Дополнительные возможности организации дистанционного управления и информационного взаимодействия между людьми позволили значительно расширить количество взаимодействующих между собой структурных и функциональных элементов современных систем, превращая, тем самым, их в иерархические человеко-машинные системы (ИЧМС). Увеличилась оперативность обработки информации, возросли объемы обрабатываемой и циркулирующей информации, логическая сложность систем управления процессом взаимодействия подсистем, цена ошибки, и, соответственно, требования к безошибочности и своевременности процессов обработки информации.

2. Анализ исследований и публикаций.

Различие в характере и структуре деятельности операторов определяется уровнем иерархии управляющей подсистемы. На высших уровнях управления человек-оператор (руководитель) имеет дело, прежде всего с так называемыми слабо структурированными задачами. В его деятельности преобладают действия, опирающиеся на компоненты не присущие машине: эвристические, творческие, интуитивные и компоненты интеллектуальной работы. Специфика проблем этого уровня связана с количественными и качественными элементами. Причем качественные элементы преобладают. К

типичным слабоструктурированным проблемам относятся такие, которые обладают следующими особенностями:

- имеется широкий диапазон альтернатив;
- решения зависят от текущей неполноты информации;
- принимаемые решения содержат элементы риска;
- не полностью определены требования, относящиеся к стоимости и времени решения задачи;
- проблема внутренне сложна вследствие того, что для ее решения необходимо комбинирование различных ресурсов.

Роль человека при определении и анализе таких задач исключительно велика. Острота проблемы увеличилась в последние годы, когда возникли распределенные системы со многими операторами, в которых заявки на выполнение функций могут поступать в случайные моменты времени. Многие исследователи в своих работах отмечают существенное изменение характера деятельности операторов сложных человеко-машинных систем [1-5,6,8]. По мере увеличения степени автоматизации оператор переходит на более высокий уровень руководства, на нем замыкается значительное число информационных потоков, в результате чего резко возрастает цена его ошибки. Это обстоятельство приводит к тому, что актуальными являются вопросы обеспечения надежности деятельности оператора – руководителя (ОР) в ИЧМС и своевременности принятия им решений [8]. Одной из задач, которую приходится решать оператору-руководителю ИЧМС, является задача закрепления конкретных функций за конкретными операторами. В общем виде задача распределения функций между операторами сформулирована в [5,7]. Для традиционных эрготехнических

систем [5,9] задача решалась, как правило, при проектировании системы, иногда (с появлением, например, ГПС) - 1 раз в смену. С появлением систем с оперативным возникновением запросов на решение задач, возникает необходимость решения задач в режиме "on-line". Исходя из занятости операторов, на основе анализа их индивидуальных особенностей, руководитель должен иметь возможность оценить эффективность решений по закреплению за ними поступившей заявки на выполнение функции. Особенно это становится актуальным в системах, допускающих возникновение заявок на решение некоторых задач в случайные моменты времени. В таких условиях существует проблема быстрого поиска требуемой информации и представление ее в том виде, в котором она нужна для лица, принимающего решение. Проблема может быть решена созданием системы поддержки принятия решений (СППР) для оператора-руководителя ИЧМС. Разрабатываемая система должна обеспечивать:

Анализ (в разных разрезах) модели текущего состояния операторов.

Оценку характеристик качества и времени выполнения различных вариантов закрепления заявок за операторами.

Выбор оптимального варианта закрепления функции за операторами.

Возможность оценки влияния факторов (в т.ч. параметров рабочей среды) на показатели качества деятельности каждого оператора.

Поддерживать в актуальном состоянии базу данных и знаний предметной области принятия решений по закреплению функций за операторами ИЧМС.

В работе [10] рассмотрены основные подходы к организации такой системы. Для информационного обеспечения СППР необходим ряд локальных системных моделей, позволяющих формализовать объекты исследуемой ИЧМС. В работе [11] разработана информационная модель для оператора-руководителя ИЧМС, а также модель плановой занятости операторов, модель, описывающая подготовленность операторов к выполнению задач разных типов, модель, характеризующая надежность выполнения операций каждым оператором, модель, описывающая индивидуальные алгоритмы выполнения каждым оператором каждого типа заявки. Эти модели создают основу для автоматизации процесса предоставления ОП

информационной поддержки на этапе разработки СППР и формирования необходимой информации при принятии ОП решения о закреплении за конкретными операторами поступивших к реализации заявок на выполнение функций на этапе эксплуатации системы. В настоящей работе предлагается обобщенная информационная модель сложной человеко-машинной системы. Эта информационная модель может быть применена для организации системы управления процессом эффективного разрешения заявки на выполнение функции в иерархических человеко-машинных системах

3. Формулирование цели статьи (постановка задачи). Для организации системы управления процессом эффективного разрешения заявки на выполнение функции в иерархических человеко-машинных системах разрабатывается система поддержки принятия решений оператора-руководителя. Информационное обеспечение СППР обосновывается рядом локальных системных моделей. Необходимо разработать обобщенную информационную модель исследуемой ИЧМС.

4. Разработка информационной модели ИЧМС.

Формально информационная модель ИЧМС может быть представлена в виде:

$$M = \{C, Z, R, I, D, G, T, F(C, Z, R, I, D, G)\}$$

где $C = \{c_0, c_k, k = \overline{1, K}\}$ - вектор операторов системы;

c_0 - оператор-руководитель;

c_k - оператор-исполнитель.

Каждый оператор-исполнитель c_k характеризуется множеством выполняемых им функций:

$Z_k^c = \{z_{hk}^c, h = \overline{1, H^k}\}, k = \overline{1, K}$. Тогда $Z^c = \cup Z_k^c$ - множество функций, выполняемых операторами-исполнителями.

Z - множество функций, решаемых в рамках ИЧМС с учетом функций операторов-исполнителей, функций оператора-руководителя Z^0 и функций, поступающих в случайные моменты времени по заявкам различных пользователей системы $Z^q = \cup Z_n^q$:

$$Z = Z^c \cup Z^0 \cup Z^q$$

R - множество ресурсов ИЧМС, включающих программное обеспечение ИЧМС R^{pr} и комплекс технических средств R^{ts} .

$R^{ts} = \{r_l^{ts}, l = \overline{1, L}\}$, где r_l^{ts} - техническое средство l -го типа (персональные компьютеры операторов)

ров-исполнителей и оператора-руководителя, технические средства телекоммуникаций, технические средства технологических объектов управления).

$$R^{pr} = R^{pr-s} \cup R^{pr-o},$$

где R^{pr-s} - системное программное обеспечение;

R^{pr-o} - прикладное программное обеспечение, включающее в себя прикладное программное обеспечение каждого оператора c_k (в том числе и оператора-руководителя), которое в свою очередь может объединять множества информационных систем или пакетов прикладных программ, необходимых k -му оператору для решения h -й функции ($h = \overline{0, H^k}$),

$$R^{pr-o} = \bigcup_{k=0}^K R_k^{pr-o} = \bigcup_{k=0}^K \bigcup_{h=1}^{H^k} R_{kh}^{pr-o}.$$

I - множество информационных потоков, циркулирующих в ИЧМС, включающее информационные потоки, связанные с решением функций оператора-руководителя f^0 , функций операторов-исполнителей f^z и информационных потоков, сигнализирующих оператору-руководителю о поступлении заявок на выполнение функций f^q .

$$I = I^{f^0} \cup I^{f^z} \cup I^{f^q} \cup I^{f^m},$$

где $I^{f^0} = \bigcup_{n=1}^N I_n^{f^0}$, $I_n^{f^0}$ - совокупность информационных

потоков, обеспечивающих поддержку оператора-руководителя при распределении им поступившей функции Z_n^q между операторами-исполнителями (информация о занятости операторов, параметры рабочего места каждого оператора, информация о подготовленности операторов и т.п.);

$$I^{f^z} = \bigcup_{k=1}^K I_k^{f^z}, I_k^{f^z} = \bigcup_{h=1}^{H^k} I_{kh}^{f^z}, I_{kh}^{f^z} - \text{совокупность}$$

информационных потоков, получаемых/порождаемых k -м оператором-исполнителем при выполнении им h -й функции ($h = \overline{0, H^k}$) (директива от оператора-руководителя о назначении k -го оператора на выполнение поступившей заявки, исходные данные о возможном качестве и времени выполнения каждой операции возможной структуры алгоритма реализации заявки k -м оператором);

$$I^{f^q} = \bigcup_{n=1}^N I_n^{f^q}, I_n^{f^q} - \text{совокупность информаци-$$

онных потоков, сигнализирующих оператору-руководителю о поступлении заявки на выполнение функции Z_n^q (название функции, требования к показателям качества и своевременности выполнения заявки);

$$I^{f^m} = \bigcup_{n=1}^N I_n^{f^m}, I_n^{f^m} - \text{информационный поток}$$

сведений, полученный в результате мониторинга технологии, применяемой для выполнения Z_n^q (прагматические показатели качества выполнения технологии).

$D = \{d_a, a = \overline{1, A}\}$ - вектор типов запросов на выполнение функций, идентифицируемых в ИЧМС, где A - количество выявленных типов запросов в системе.

T - множество технологий (алгоритмов деятельности операторов-исполнителей), позволяющих разрешить поступающие по заявкам на выполнение функции, включает подмножества технологий, позволяющих выполнить функции каждого класса: $T = \bigcup T_a$.

G - множество показателей, характеризующих технологии, реализующие выполнение функций, поступающих по заявкам каждого класса.

$G = \bigcup G_a$, где $G_a = \{g_s, s = \overline{1, S^a}\}$, S^a - количество показателей, характеризующих технологию, реализующую выполнение функции класса a .

Для оценки варианта распределения поступающей по заявке на выполнения функции между операторами-исполнителями используется функционал, определенный на множестве $CxZxRxIxDxG: F = (C, Z, R, I, D, G)$. Необходимо определить $extr F$ среди всех технологий T , с учетом показателей качества выполнения G . В качестве элементов F и G выступают прагматические показатели качества выполнения технологий (вероятность безошибочного и своевременного выполнения, математическое ожидание и дисперсия времени выполнения, математическое ожидание затрат).

На основе рассмотренной информационной модели разрабатывается алгоритм управления процессом эффективного разрешения заявки на выполнение функции в иерархических человеко-машинных системах. Алгоритм содержательно можно представить в виде выполнения последовательности таких основных работ: - прием заявки (обнаружение факта проблемной

ситуации); - идентификация заявки; - определение требований к показателям качества и своевременности выполнения заявки; - определение возможных технологий реализации заявки; - анализ возможных способов реализации заявки; - определение множества операторов, которые допустимо использовать в процессе выполнения заявки; - постановка задачи выбора варианта закрепления операторов за реализацией заявки; - формирование исходных данных о возможном качестве и времени выполнения каждой операции; - реализация процедуры выбора варианта закрепления; - выдача директив операторам-исполнителям.

Выводы.

Предложенная информационная модель иерархической человеко-машинной системы, а также разработанный ранее комплекс системных моделей, создают основу для автоматизации процесса предоставления оператору-руководителю информационной поддержки при принятии им решения о закреплении за конкретными операторами поступивших к реализации заявок на выполнение функций. Отсутствие подобной системы в условиях информационной напряженности и дефицита времени не позволяет оператору-руководителю оценить последствия назначений и выбрать оптимальный вариант.

Литература

1. Ашерев, А.Т. Научные и методические основы эргономической подготовки инженеров-педагогов в компьютерной отрасли [Текст]/А.Т. Ашерев, Г.И. Сажко. - Горловка: Ліхтар, 2008-170с
2. Сатторов, Ф.Э. Метод и алгоритмы распределения функциональных возможностей пользователей в системах обработки информации [Текст]: -автореф. дис. ... канд. техн. наук.: 05.13.01/ Ф.Э.Сатторов, [Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет]-Спб.: 2010. - 18с.
3. Буров, О.Ю. Системи керування та прогнозування працездатності людини [Текст]/О.Ю. Буров, Б.М. Герасимов // Науково-технічна інформація. – 2006. - № 2. - С. 27-30
4. Бояркин, М. А. Оценка результатов деятельности оператора-технолога нефтегазопромысла по данным архива SCADA-системы [Текст] : - автореф. дис. ... канд. техн. наук :05.13.01/ М.А. Бояркин, [ТюмГНГУ] - Тюмень, 2007. - 16 с.
5. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания [Текст]: Справочник/ А.Н. Адаменко, А.Т. Ашерев, И.Л. Бердников и др.; под общ. ред. А.И. Губинского и В.Г. Евграфова.-М.: Машиностроение, 1993– 528 с.: ил.
6. Рева, О.М. Нечіткі моделі ергономічної кваліметрії точності пілотування [Текст]: Монографія / О.М.Рева, В.В. Камишин, В.А.Шульгін, С.В. Недбай; За ред. О.М.Рєви. - Рівне: «Овід», 2010. - 106 с.
7. Лавров, Е.А. Методы и средства эргономического проектирования автоматизированных технологических комплексов [Текст]: - автореф. дис. ... докт. техн. наук.: 05.02.20/ Е.А. Лавров, [Сумский сельскохоз. Ин-т] - СПб., 1996. - 32 с.
8. Сердюк, С.М. Інтелектуальна підтримка оператора-керівника [Текст]/С.М. Сердюк // Вісник Сумського Національного аграрного університету. Серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів" . Випуск 1(16), 2007, с.64-69
9. Губинский, А.И. Эргономическое проектирование судовых систем управления [Текст]/А.И. Губинский, В.Г. Евграфов. Л.: Судостроение, 1977. 224с.
10. Лавров, Е.А. Подход к поддержке принятия решений о распределении функций между операторами АСУ [Текст]/Е.А. Лавров, Н.Б.Пасько.// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Системы управления. - Харьков, 2008 - 2/2 (32) - 2008. - С. 63-67.
11. Лавров, Е.А. Информационная модель для поддержки принятия решений оператором-руководителем [Текст]/Е.А. Лавров, Н.Б. Пасько // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Информационные технологии. - Харьков, 2009- 6/2 (42) С.49-53

Розглядається проблема забезпечення ефективності ієрархічних людино-машинних систем. Аналізується задача створення системи підтримки прийняття рішень оператора-керівника. Запропонована узагальнена інформаційна модель ієрархічної людино-машинної системи. Модель може бути покладена в основу автоматизації управління процесом ефективного вирішення заявки на виконання функції в досліджуваних системах.

The problem of efficiency of the hierarchical systems of "man-machine" is under consideration in the article. The task of creation of the system of support of making a decision operator-leader is analysed. The generalized information model of the hierarchical systems of "man-machine" is offered. A model can be used for development of the system support of making a decision operator-leader.

УДК 539.3

S.M. Vereshchaka, d.p-m.s., professor, Sumy state university

Emad Toma Bane Karash, postgraduate, Sumy state university

STRESS STATE ANALYSIS OF MULTI-LAYERED HOLLOW CYLINDER UNDER BENDING MOMENT

The paper proposed a new method by using the program of Mathcad - 14 to determining the elastic constants of anisotropic material, which consists of a set of reinforced layers. Reviewed ten variants of multilayer anisotropic hollow cylinders with different structure reinforcement. For each variant of reinforcement was determined the stress state of the hollow cylinder under the action of bending moment. It is shown that with increasing thickness of the hollow cylinder tangential stress and longitudinal stress decreases.

Raising of problem is in a general view. The use of composite materials for hollow cylinder structures, allowing low weight to displacement ratios and long endurance for devices of limited energy carrying capability, have been investigated in recent studies [1,2,3]. Nowadays as a new generation of advanced materials, composite materials have been used widely in different manufacturing and industrialized applications. The basic constituent part of these types of compound structures is related to its reinforcement part, which causes rather pronounced improvement in the mechanical properties of such compound material. Of great importance is the configuration of employed reinforcement. There are many different reinforcement topologies such as rod, pyramid, spherical and so on.

Analysis of earlier researches and publications. Primary analysis on the effect of orientation of the fibers on the stiffness and strength of materials is reported as early as 1952 [4]. Later on the superior mechanical properties of fibrous composites and the properties of their constituents were reported in a research dated back to 1964 [5]. The first research work on the estimation of strength distribution of a fiber embedded in a single-fiber composite using elastic-plastic. Solutions are presented for the bending by couples or terminal forces of curved bars consisting of layers of either homogeneous isotropic or cylindrically orthotropic materials. Typical plots are given for the bending and shearing stress distributions. [6].

Formulation of aims of the article (raising of task). The study of the stress distribution on a hollow cylindrical of composite material is consid-

ered in this work and an analytical solution for this stress distribution has been constructed. Finally some parameters are considered and their effects on the distribution of stress have been investigated. For finding the governing relations, continuity equations for the ax symmetric problem in cylindrical coordinate (r, θ, z) are considered. Then by assuming some conditions and solving the governing equations and applying the boundary conditions, an equation relates the stress applied to the representative volume element with the stress distribution on the composite material.

Exposition of basic material of research.

Methods and materials. Consider the elastic equilibrium of a tube of homogeneous material with cylindrical anisotropy, which has a finite length and is deformed by forces distributed over its ends. The manner in which the forces are distributed, i.e., the law governing their distribution is not specified, but it is known that at either end they reduce to a force of magnitude P directed along the axis to one side of the other. One end may be fixed, and the reaction arising at it is equal and opposite to the force P at the other end (Fig. 1).