

УДК 004.65

## ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ АДАПТИВНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

И. М. ИСМАГИЛОВА<sup>1</sup>, С. С. ВАЛЕЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> im104@mail.ru, <sup>2</sup> vss2000@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 25.05.2018

**Аннотация.** Рассматривается задача построения адаптивных интерфейсов взаимодействия операторов и сложной информационной системы управления. Для решения рассматриваемой задачи предлагается использовать многоагентные технологии и планирование на основе сценарного подхода. Обсуждается использование методов математической статистики для оценки значимости различий результатов тестирования групп операторов. Для распределения оперативных задач в группе операторов управления распределенной технической системы предлагается использование генетического алгоритма.

**Ключевые слова:** адаптивные интерфейсы; мультиагентные технологии; операторы управления распределенной технической системы; статистические методы; генетический алгоритм.

### ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие оператора и управляемой им системы в организационно-технической системе (ОТС) основано на интерфейсах информационных систем (ИС). В современных системах управления ОТС внимание уделяется скорости и адекватности действий операторов, обеспечивающих эффективное функционирование системы. В ИС, используемых в технических и производственных системах, используются унифицированные под обычного пользователя интерфейсы, которые имеют малую степень адаптации к характеристикам человека-оператора. В случае необходимости каждому оператору необходимо подстраиваться под имеющийся готовый интерфейс, что в ряде случаев может ухудшить скорость его реакции, эффективность принимаемого управляющего решения и тем самым

влияет на ряд его психофизиологических характеристик.

Решение подобной задачи необходимо в сложных информационно-управляющих системах, в которых совместная деятельность группы операторов направлена на достижение общей цели. Таким образом, управление объектом осуществляется группой операторов совместно, и важную роль играет эффективное и слаженное взаимодействие всей группы. Примерами таких групп операторов могут быть диспетчеры железнодорожных и аэровокзалов, сотрудники информационных служб, исследователи, занятые изучением одной научной проблемы, группы военных специалистов и др. Такие системы, как правило, размещены на большом количестве рабочих станций, управляемых центральным блоком, т.е. являются сложными распределенными техническими системами (СРТС). При этом действия от-

дельного оператора направлены на достижение своей цели и задачи. В зависимости от принадлежности оператора конкретному уровню иерархической системы управления и специфики его действий набор задач и требования к оператору могут изменяться. Под влиянием различных внешних и внутренних факторов неопределенности может возникнуть необходимость перестройки взаимодействия оператора с ИС. В этом случае может возрасти сложность управления системой одним из операторов, что ведет к снижению эффективности его работы и системы в целом. Решить задачу обеспечения эффективного управления сложной системой можно на основе разработки адаптивного динамического интерфейса. В этом случае выполняется «подстройка» интерфейса ИС под цели и задачи оператора в режиме реального времени.

#### АДАПТИВНЫЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Адаптивный пользовательский интерфейс (АПИ) – это совокупность программных и технических средств, позволяющих оператору наиболее эффективно использовать все возможности системы путем автоматической подстройки интерфейса под конкретного пользователя [1–3].

Настройка функциональных возможностей и параметров интерфейса может осуществляться либо вручную самим пользователем, либо автоматически системой на основании имеющейся информации о пользователе. Отметим, что следует различать адаптивные и адаптируемые системы. В адаптируемых системах любая адаптация является предопределенной и может изменяться пользователями перед запуском системы. В адаптивных системах адаптация является динамическим процессом, то есть происходит в то же время, когда пользователь взаимодействует с системой, и зависит от поведения пользователя. ИС может быть адаптируемой и адаптивной одновременно [4]. Недостаток ручного редактирования характеристик интерфейса заключается в том, что пользователь должен быть достаточно хорошо знаком как с самой системой, так и со средствами, позволяющими изменять ее

интерфейс в случае возникновения необходимости.

Используются различные методы реализации АПИ при проектировании ИС. В [5] рассматриваются современные подходы к реализации программного продукта (ПП), в каждом из которых выполняется разделение функций разработчика непосредственно ядра ПП и проектировщика интерфейса, что позволяет считать интерфейс отдельной функциональной единицей – модулем, входящим в состав ПП. Отмечается возможность внедрения в такую среду независимой системы адаптации интерфейса (САИ). Отличительной особенностью предложенного метода внедрения САИ в интерфейс является отделение реализации логики адаптации интерфейса от реализации модуля, выполняющего изменения интерфейса, что позволяет использовать единую САИ для адаптации интерфейса ПП, реализованных на различных платформах (для этого необходимо, чтобы контроллер САИ был включен в ПП и соединялся с ядром на основе клиент-серверной технологии) [5].

Широкое применение при разработке и проектировании автоматизированных систем, использующих интеллектуальные компьютерные технологии, находят технологии агентного моделирования. Предлагается применение мультиагентных технологий при проектировании адаптивного ПИ. При этом выделяются три основных активных агента: человек, интерфейс, информационная система. В [6] рассматривается интерфейс, который имеет возможность осуществлять подстройку системы под индивидуальные особенности пользователя, а также подстройку уровня определенного пользователя под возможности ИС, т.е. описывается взаимная адаптация пользователя и ИС. В основе подхода к построению такого интерфейса также используется многоагентная технология. В рамках этого подхода осуществляется адаптация пользователя к системе путем обучения его взаимодействию с системой с помощью различного рода тренингов, подсказок и объяснений.

В системах с агентной архитектурой задачи разбиваются на типовые подзадачи, выполняемые командой программных аген-

тов. Каждая из них иницируется либо периодически, либо при возникновении определенных ситуаций. В системах с агентно-ориентированным программным обеспечением осуществляется гибкое распределение ролей в процессе управления между оператором и агентами [7].

Для адаптации ПИ в [7] используется принцип сценарного планирования, т.е. разработка альтернативных сценариев развития ситуации и создание на их основе гибких долгосрочных планов действий. Сценарный подход позволяет гибко использовать различные стратегии управления, помогает сократить время реакции на изменение ситуации. Использование данного метода целесообразно при возникновении различных критических ситуаций, в связи с чем его применение представляется целесообразным в данном исследовании.

Таким образом, можем заключить на основе вышеизложенного, что в настоящее время ведутся активные исследования в области разработки адаптивных интерфейсов. Активно используются агентные технологии.

#### ПОСТРОЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Рассматриваемая нами СРТС включает в себя следующих агентов: ИС, агент-интерфейс (АИ), человек-оператор (ЧО). АИ является посреднической структурой, взаимодействующей как с ИС, так и с ЧО. Модели информационной системы и пользователей, а также сценарии АИ хранятся в базе данных, к которой при необходимости могут получить доступ агенты ИС и АИ.

Если рассматривать СРТС как сложную связанную систему, включающую набор агентов  $\{S_1, S_2, \dots, S_n\} \in S$ ,  $\{I_1, I_2, \dots, I_m\} \in I$ ,  $\{O_1, O_2, \dots, O_l\} \in O$ , где  $S$  – множество агентов ИС,  $I$  – множество агентов ПИ,  $O$  – множество агентов ЧО, то их связи опреде-

ляются множеством  $D_s = \langle D_i, G_{ij} \rangle$ , где  $d_i \in D$ ,  $g_{ij} \in G$ ,  $i = \overline{1, u}$ ,  $j = \overline{1, v}$ ,  $D \in S$ ,  $I$ ,  $O$ . Кроме того, в силу предполагаемых ограничений взаимодействия дополнительно запишем, что  $(d_i \in S) \wedge (d_i \notin O)$  [8].

Для каждого из рассматриваемых множеств агентов зададим бинарные матрицы связей  $S \in R^{n \times n}$ ,  $I \in R^{m \times m}$  и  $O \in R^{l \times l}$  соответственно:

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & \dots & s_{1n} \\ & \dots & \\ s_{n1} & \dots & s_{nn} \end{bmatrix}, \quad I = \begin{bmatrix} i_{11} & \dots & i_{1m} \\ & \dots & \\ i_{m1} & \dots & i_{mm} \end{bmatrix},$$

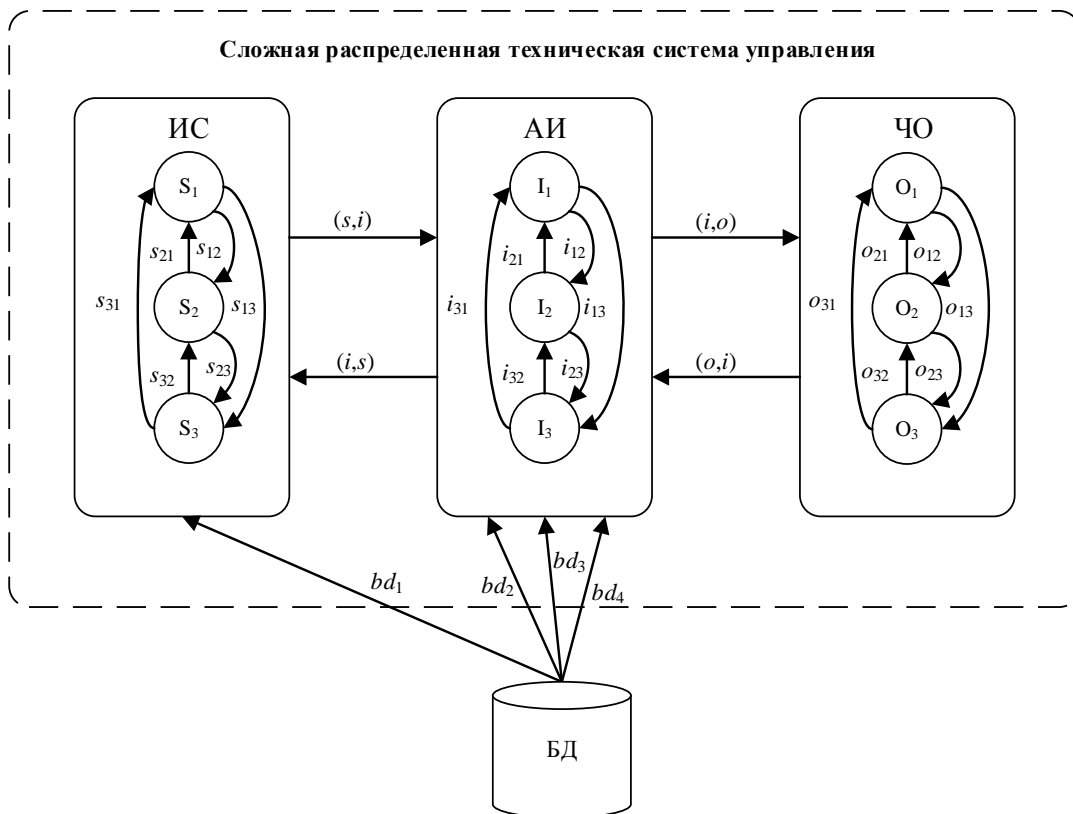
$$O = \begin{bmatrix} o_{11} & \dots & o_{1l} \\ & \dots & \\ o_{l1} & \dots & o_{ll} \end{bmatrix}.$$

Структура матрицы  $S$  по условиям задачи не может быть изменена. В процессе адаптации интерфейсов могут меняться структуры матриц  $I$  и  $O$ , а также связи между ними за счет расстановки приоритетов выполнения задач операторами.

Если в СРТС взаимодействие элементов агентной системы возможно за пределами группы, то можем записать глобальную бинарную матрицу взаимодействия агентов системы  $M \in R^{(n+m+l) \times (n+m+l)}$ :

$$M = \begin{bmatrix} S & M(s,i) & 0 \\ M(i,s) & I & M(i,o) \\ 0 & M(o,i) & O \end{bmatrix}. \quad (1)$$

На рис. 1 представлена обобщенная архитектура многоагентной системы взаимодействия группы операторов ЧО с информационной системой ИС через агентов АИ. Архитектура отражает процессы обмена информацией и взаимодействие с базой данных (БД), хранящей информацию об агентах многоагентной системы и результаты их деятельности.



**Рис. 1.** Схема взаимодействия агентов СРТС

Рассмотрим далее задачу распределения подзадач между операторами ИС с учетом их персональных характеристик, полученных в ходе тестирования.

Пусть коллектив операторов включает  $h$  операторов, количество подзадач управления ОТС –  $g$ , множество характеристик отдельного оператора  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_h\}$ , где  $c_i$  – вектор параметров  $i$ -го оператора, в который входят уровень квалификации  $k$ , опыт работы  $o$ , ранг  $r$ , результаты анализа пройденных операторами социально-психологических и личностных тестов  $t$ , т.е.  $c_i = (k_i, o_i, r_i, t_i)$ ,  $i = \overline{1, h}$ . Надежность функционирования СРТС и ее эффективность существенно зависят от эффективности групповой деятельности операторов, при которой все члены группы связаны между собой одной целью, проблемной ситуацией. При этом множество решаемых отдельным оператором подзадач  $\{z\}$  принадлежит общему множеству задач, решенных системой  $\{Z\}$ . Необходимо обеспечить такое распределение подзадач (матрица распределения подзадач  $X$ ), чтобы множества задач  $i$ -го

и  $j$ -го операторов не пересекались, т.е.  $\{z_i\} \cap \{z_j\} = \emptyset$ , таким образом, каждой подзадаче назначается только один оператор:

$$\sum_{i=1}^h x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, g}.$$

Задача перераспределения заданий между операторами важна в условиях возникновения критических ситуаций, при которых необходимо быстрое и слаженное взаимодействие команды операторов. Работа в команде должна быть скоординированной и без возможных конфликтов при выполнении. Также должна учитываться информационная пропускная способность отдельного оператора, который может выполнять ограниченный набор функций за заданный промежуток времени.

Таким образом, критерий эффективности решения поставленной задачи принимает следующий вид:

$$F(x) = \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^g c_i x_{ij} \rightarrow \max. \quad (2)$$

Для назначения подзадач операторам может быть использован генетический алгоритм [9]. Предварительно необходимо выполнить оценку операторов по их индивидуальным характеристикам. Для опреде-

ления уровня квалификации сотрудников можно использовать различные методы, примером могут быть методы кластерного анализа [10].

В работе рассматривается задача использования результатов статистического анализа для проведения дифференциации операторов по уровню квалификации при построении АПИ. Решение задачи также позволяет выполнить динамическую подстройку интерфейса не только по заранее заданной в системе модели оператора, но и по его индивидуальным квалификационным данным. То есть применяется более точная модификация данной модели, предоставляющая более полноценную и достоверную информацию о каждом операторе.

В ОТС может быть использована система обучения и оценивания персонала. После прохождения обучения оператор оценивается с применением различных методик. Одним из широко распространенных методов оценки уровня сотрудника является его тестирование. Результаты квалификационного тестирования в нашем случае будем рассматривать как случайную величину, все ее теоретически возможные значения – как генеральную совокупность, а реально полученные данные – как выборку, тогда при выполнении анализа результатов тестирования можно использовать различные статистические критерии для сравнения двух выборок, каждая из которых содержит результаты прохождений ряда тестирований одним сотрудником. Наиболее эффективным критерием для такого рода сверки является  $t$ -критерий Стьюдента [11]. Однако если нет уверенности в том, что генеральная совокупность распределена нормально, то нельзя использовать этот критерий. В этом случае используют менее точные непараметрические критерии. Предлагаемая схема применения статистических методов для анализа результатов тестирования операторов приведена на рис. 2.

Анализ результатов тестирования статистическими методами компенсирует влияние случайных факторов, а также способствует повышению объективности действий и решений, принимаемых на основе такого анализа [11].

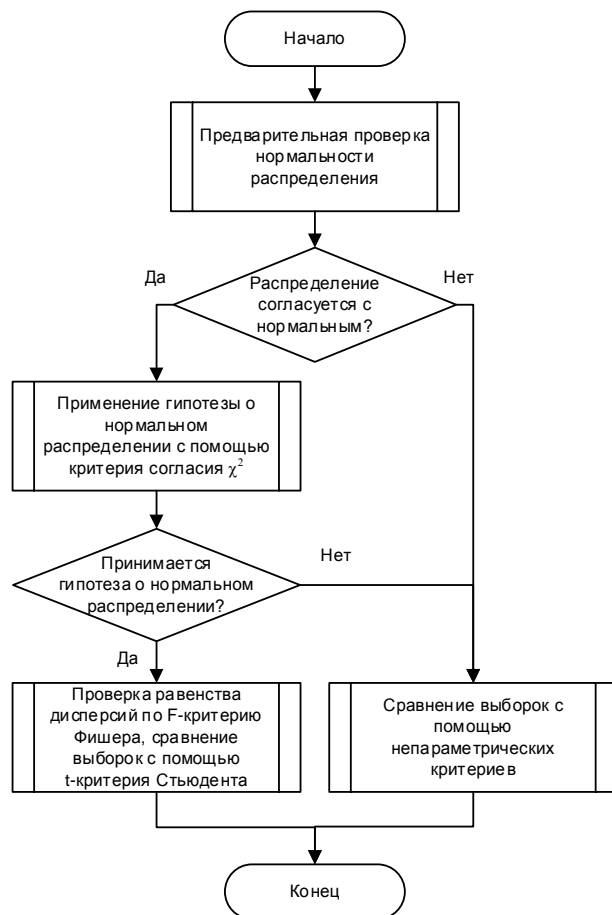


Рис. 2. Схема применения статистических методов для анализа результатов тестирования операторов

Результаты статистического анализа записываются в БД, в таблицу характеристик оператора, доступ к которой имеет агент АИ. В дальнейшем построение интерфейса может производиться с учетом индивидуальных квалификационных данных отдельного оператора. В зависимости от квалификационных различий операторов меняются элементы матрицы назначений подзадач так, что обеспечивается достижение максимума целевой функции (2). Изменяются матрицы взаимодействия агентов АИ, и как следствие, перестраивается структура общей матрицы взаимодействий многоагентной СРТС (1), на основе которой происходит построение сценариев распределения интерфейсов.

В качестве примера рассмотрим систему, представляющую из себя звено управления беспилотным летательным аппаратом (БПЛА) [12]. Схема работы операторов БПЛА представлена на рис. 3.

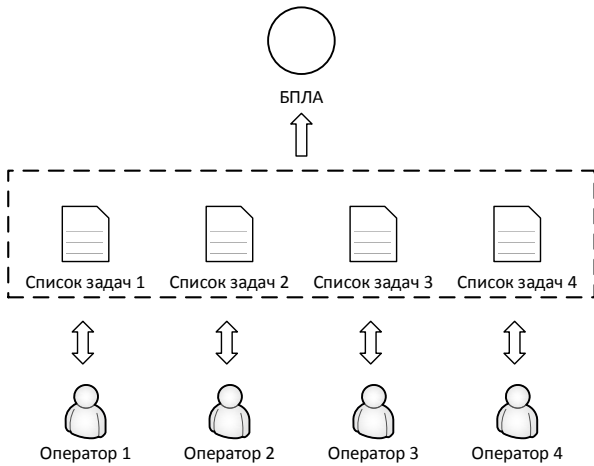


Рис. 3. Схема работы операторов БПЛА

Управление БПЛА осуществляется командой, состоящей из четырех операторов. Обозначен набор задач управления полетом БПЛА. Общий список задач включает: управление полетом; наблюдение за состоянием внешней среды; поиск и идентификацию динамических объектов; принятие решений и управление.

Схема работы рассматриваемой системы управления БПЛА, включающей АИ, приведена на рис. 4.

Таким образом, множество агентов  $S$  состоит из 4 элементов  $\{S_1, S_2, S_3, S_4\} \in S$ , множества агентов  $I$  и  $O$  состоят, в свою очередь, из 16 элементов  $\{I_1, I_2, \dots, I_{16}\} \in I$ ,

$\{O_1, O_2, \dots, O_{16}\} \in O$ , где  $S$  – множество агентов ИС,  $I$  – множество агентов ПИ,  $O$  – множество агентов ЧО.

В соответствии с этим, приведем бинарные матрицы связей  $S \in R^{4 \times 4}$ ,  $I \in R^{16 \times 16}$  и  $O \in R^{16 \times 16}$ :

$$S = \begin{bmatrix} s_{1,1} & \dots & s_{1,4} \\ \dots & \dots & \dots \\ s_{4,1} & \dots & s_{4,4} \end{bmatrix},$$

$$I = \begin{bmatrix} i_{1,1} & \dots & i_{1,16} \\ \dots & \dots & \dots \\ i_{16,1} & \dots & i_{16,16} \end{bmatrix}, \tag{4}$$

$$O = \begin{bmatrix} o_{1,1} & \dots & o_{1,16} \\ \dots & \dots & \dots \\ o_{16,1} & \dots & o_{16,16} \end{bmatrix}.$$

При необходимости внесения изменений в состав наборов функций операторов в агентной системе происходит перераспределение решаемых ими задач. Как следствие, интерфейс должен перестроиться так, чтобы элементы управления разместились на экране вывода оптимально и были удобны для доступа и выполнения поставленных задач.

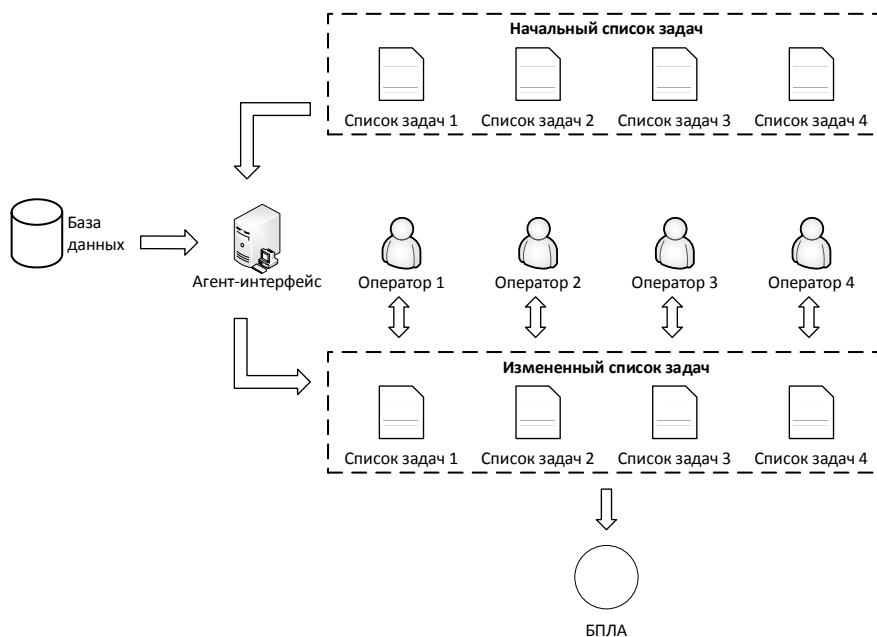


Рис. 4. Схема работы операторов БПЛА с активным агентом-интерфейсом

В ходе исследования была построена модель, включающая все задействованные в системе процессы. Первый уровень функциональной модели системы распределения задач операторам БПЛА в нотации IDEF0 приведен на рис. 5.

Было произведено сравнение результатов тестирования операторов с помощью статистических методов и ранжирование в соответствии с их психофизиологическими характеристиками. Для итогового распределения задач был применен генетический алгоритм и выполнено численное моделирование. Для этого была задана матрица весовых коэффициентов выполнения задач, в которой по строкам расположены операторы (в рассматриваемой системе 4 оператора), по столбцам – номер выполняемой задачи (табл. 1).

Таблица 1

Матрица коэффициентов

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	127,78	690,00	49,29	100,63	153,33	54,12	207,00	115,00
2	283,08	215,63	316,25	270,59	46,00	1073,33	23,00	460,00
3	368,00	255,56	107,33	214,67	20,91	230,00	546,25	57,50
4	138,00	336,15	69,00	186,88	575,00	125,45	2185,00	25,56

В ходе выполнения рассматриваемого алгоритма необходимо было найти такое распределение задач, при котором целевая

функция (2) принимает максимальное значение. В качестве хромосом использовались бинарные матрицы распределения задач. Начальная популяция хромосом задавалась случайным образом – при помощи генератора случайных чисел формировались матрицы распределения задач операторам ИС.

При первом запуске генетического алгоритма определялось начальное распределение задач между операторами. В нашем случае начальный прогон выявил следующее распределение при максимальном значении целевой функции 5938,17 ед. (табл. 2).

Таблица 2

Начальное распределение задач

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0	1	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	1	0	1	0

В таблице «1» означает назначение задачи оператору, «0» – оператор данную задачу не выполняет.

Таким образом, видим, что первый оператор отвечает за решение задачи под номером 2; второй оператор – 3, 4, 6; третий оператор – 1, 8; четвертому оператору отводятся задачи 5, 7.

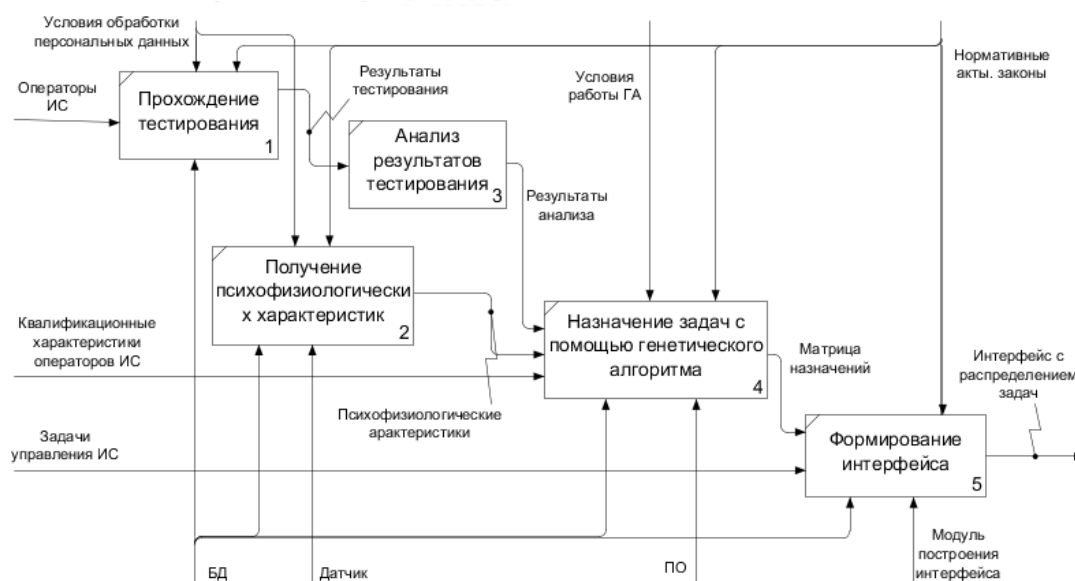


Рис. 5. Функциональная модель разработанной системы распределения задач операторам ИС

В условиях возникновения критических ситуаций возможно перераспределение задач между операторами. Для этого используется метод сценарного планирования – заранее создаются сценарии распределения задач. Запускается генетический алгоритм с различными начальными реквизитами. Далее эти матрицы записываются в базу данных. Таким образом, все варианты распределения хранятся на сервере в базе данных.

Так, например, в ситуации, когда нужно исключить из распределения задач функции второго оператора, выбирается следующая матрица (табл. 3):

Таблица 3

Матрица назначений, исключаяющая второго оператора

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	1	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	0	1	1	0	1	0	0
4	0	0	0	0	1	0	1	0

Максимальное значение целевой функции в данном случае составляет 4485 ед.

Доступ к серверу имеет агент-интерфейс, и в случае возникновения нештатной ситуации, требующей срочного перераспределения задач, он получает с сервера возможные варианты решения (матрицы назначений) и выполняет распределение задач в реальном времени. При этом учитываются таблицы квалификационных и психофизиологических характеристик операторов. Это приводит к более эффективному выполнению операторами управления поставленных целей и задач в случае возникновения критических ситуаций.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрена актуальная задача разработки адаптивных пользовательских интерфейсов для обеспечения более эффективного взаимодействия оператора и ИС, что позволяет использовать все возможности системы для эффективного достижения цели управления. Предлагается применение агентных технологий при проектировании адаптивного ПИ, что позволяет разбивать

крупные задачи на подзадачи, выполняемые отдельным агентом или группой агентов. Важно для создания качественного интерфейса учитывать индивидуальные характеристики человека-оператора. Обсуждается использование статистических методов при оценке квалификационных характеристик операторов, что обеспечивает повышение качества и результативности взаимодействия пользователей различных уровней управления и ИС.

Для распределения задач операторам ИС применяется генетический алгоритм, использующий матрицы индивидуальных характеристик операторов. Как показывают результаты численного моделирования применение предлагаемых алгоритмов адаптации системы интерфейсов за счет перераспределения задач между операторами с учетом их персональных характеристик позволяет повысить эффективность решения задач управления.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коутс Р., Влейминк И. Интерфейс «человек компьютер». М.: Мир, 1990. 501 с. [ R. V. Coats and I. Vlaeminke, *Man-computer interface*. Moscow: Mir, 1990. ]
2. Раскин Дж. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. М.: Символ Плюс, 2007. 272 с. [ J. Raskin, *The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems*. Moscow: Simvol-Plus, 2000. ]
3. Ходаков В. Е., Ходаков Д. В. Адаптивный пользовательский интерфейс: проблемы построения // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. 2003. № 1 (11). С. 45–57. [ V. E. Hodakov and D. V. Hodakov, "Adaptive user interface: problems of construction" (in Russian), in *Avtomatika. Avtomatizacija. Jelektrotehničke kompleksy i sistemy*, no. 1(11), pp. 45-57, 2000. ]
4. Gaudioso E., Montero M. Adaptable and Adaptive Web-Based Educational Systems. // Encyclopedia of human computer interaction. IGI Global, 2005. P. 8–11.
5. Величко Ю. И. Метод внедрения модуля адаптации в пользовательский интерфейс // Проблеми інформаційних технологій. 2014. № 2(14). С. 15–19. [ Yu. I. Velichko, "The method of implementing the adaptation module into the user interface" (in Russian), in *Problemi informacijnih tehnologij*, no. 2(14), pp. 15-19, 2014. ]
6. Курзанцева Л. И. О построении интеллектуального адаптивного интерфейса на базе агентной технологии для компьютерных систем широкого назначения // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2010. № 1(17). С. 16–20. [ L. I. Kurzantseva, "On the construction of intelligent adaptive interface based on agent-based technology for a general-purpose computer systems" (in Russian), in



*Informatsijni tehnologii ta komp'yuterna inzheneriya*, no. 1(17), pp. 16-20, 2010. ]

7. **Мультиагентные** технологии в эргатических системах управления / К. В. Петрин [и др.] // Известия ЮФУ. Технические науки. 2010. № 3(104). С. 7–13. [ K. V. Petrin, *et al.*, "Multiagent technologies in the ergatic control systems" (in Russian), in *Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki*, no. 3(104), pp.7-13, 2010. ]

8. **Валеев С. С., Исмагилова И. М.** Построение адаптивных интерфейсов в сложных распределенных технических системах с применением статистических методов // Proc. 3rd Russian Conference on Mathematical Modeling and Information Technologies ММИТ'2016, (Yekaterinburg, Nov. 16 2016), CEUR Workshop Proceedings, 2016. Vol. 1825. P. 260–268. [ S. S. Valeev and I. M. Ismagilova, "Statistical methods in the construction of adaptive interfaces in complex distributed technical systems" (in Russian), in *Proc. 3rd Russian Conference on Mathematical Modeling and Information Technologies (ММИТ'2016)*, vol. 1825, pp. 260-268. 2016. ]

9. **Решение** задачи назначения исполнителей на основе генетического алгоритма / С. С. Валеев [и др.] // Естественные и технические науки. 2014. № 11–12 (78). С. 316–319. [ S. S. Valeev, *et al.*, "Solving problem of employees distribution based on genetic algorithm" (in Russian), in *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, no. 11-12(78), pp. 316-319, 2014. ]

10. **Валеев С. С., Кузьмина Е. А., Шехтман Л. И.** Задача оценивания качества работы сотрудников организации // Естественные и технические науки. 2012. № 3 (59). С. 280–282. [ S. S. Valeev, E. A. Kuz'mina and L. I. Shekhtman, "A problem of estimating the work quality of employees of an organization" (in Russian), in *Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, no. 3(59), pp. 280-282, 2012. ]

11. **Исмагилова И. М.** Информационная поддержка управления персоналом ОТС на основе статистического анализа результатов квалификационного тестирования // Мавлютовские чтения: VII Всеросс. молодеж. научн. конф.: сб. тр. В 5 т. Уфа: УГАТУ, 2013. Т. 3. С. 295–297. [ I. M. Ismagilova, "Informational support of personnel management of OTS on the basis of statistical analysis of the results of qualification testing" (in Russian), in *Mavlyutovskie chteniya*, 2013, vol. 3, pp. 295-297. ]

12. **Беспилотная** авиация: терминология, классификация, современное состояние: научное издание / В. С. Фетисов [и др.] // Уфа: ФОТОН, 2014. 217 с. [ V. S. Fetisov, *et al.*, *Unmanned aircraft: terminology, classification, current status*. Ufa: FOTON, 2000. 233 p. ]

## ОБ АВТОРАХ

**ИСМАГИЛОВА Ирина Маратовна**, асп. каф. инф. Дипл. магистр прикладной инф. (УГАТУ, 2016). Готовит дис. о построении адаптивных интерфейсов в сложных инф.-управляющих системах.

**ВАЛЕЕВ Сагит Сабитович**, проф. каф. инф. Дипл. инженер-электромеханик (УАИ, 1980). Д-р техн. наук по управлению в техн. системах (УГАТУ, 2005). Иссл. в обл. интеллект. управления сложными объектами.

## METADATA

**Title:** Construction of dynamic adaptive interfaces of information-management systems based on methods of artificial intelligence

**Authors:** I. M. Ismagilova<sup>1</sup>, S. S. Valeev<sup>2</sup>

**Affiliation:**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup>im104@mail.ru, <sup>2</sup>vss2000@mail.ru

**Language:** Russian.

**Source:** Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 22, no. 2 (80), pp. 122-130, 2018. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

**Abstract:** The problem of constructing adaptive interfaces for interaction between operators and a complex information management system is considered. We propose the use of multi-agent technologies and the principle of scenario planning within the framework of the concept under consideration. Examples of the use of statistical methods for assessing the significance of differences in the results of testing groups of operators are given. The influence of the analysis of the characteristics of operators on achieving their goals is noted. To distribute the tasks of the operators of a complex distributed technical system, genetic algorithm is used.

**Key words:** adaptive interfaces; multi-agent technologies; control operators; statistical methods; genetic algorithm.

**About authors:**

**ISMAGILOVA, Irina Maratovna**, Postgrad. (PhD) Student of Dept. of Informatics. Master of Applied informatics (UGATU, 2016).

**VALEEV, Sagit Sabitovich**, Prof., Head of Dept. of Informatics. Dipl. of Eng. (Ufa Aviation Institute, 1980). Dr. of Tech. Sci. (UGATU, 2005).