

# Кибернетизация функций чувствования и интуиции для интеллектуальной управляющей системы

В настоящее время исследования по созданию интеллектуальной системы управления условно относятся к «нейрокибернетике» или «кибернетике черного ящика». Первый подход не получил значимого развития, так как моделирование элементов и структур мозга показало недостаточность современных знаний о живом мозге.

Кибернетикой черного ящика полагается, что для получения интеллектуальной системы достаточно корректно воспроизвести наблюдаемые результаты интеллектуальных процессов, притом, что не имеет значения, каким образом эти результаты получаются. Полагается, что трудностью, связанной со вторым подходом, является недостаточное быстродействие имеющихся компьютеров. Однако огромное разнообразие проявлений интеллектуальной деятельности вынуждает признать, что кибернетика черного ящика также обречена на неудачу, так как все особенности интеллекта учесть невозможно.

В настоящем исследовании, имеющем целью разработку принципов функционирования интеллектуальной управляющей системы нового поколения, применен подход, в основу которого положено соображение, что поведение интеллектуальной системы корректно отображается любой психологической теорией личности, следовательно, «кибернетизация» какой-либо достаточно экономной из них может иметь результатом универсальную интеллектуальную систему. В качестве прототипной теории здесь выбрана Аналитическая психология К. Г. Юнга.

Из четырех психических функций, предложенных К.Г. Юнгом, в данном случае выбраны чувствование и интуиция, притом, что функции мышления и ощущения оставлены без глубокого анализа и только поверхностно

описаны. Это связано с ограничениями объема публикации, а должное рассмотрение данных функций требует значительного объема.

Функция чувствования по описаниям, данным К.Г. Юнгом, вырабатывает отношение «самости» ИСУ к предмету – вещи, ситуации, процессу и т.д. Однако, так как никакое отношение не имеет силы действия, то выработанное отношение для наблюдателя есть «индикатор» данной функцией найденной в базе знаний ИСУ «закономерной операции» (или их множества), которая может быть применена к предмету для приобретения им свойств (положительных или негативных), приемлемых в текущем интеллектуальном процессе.

Основным назначением функции интуиции по описаниям, данным К.Г. Юнгом, является «выявление возможностей, заложенных в предмете». Так как никакое «выявление возможностей» непосредственно не преследует достижения конкретных целей (разрешения проблемных ситуаций в ИСУ), то действием интуиции ИСУ адаптируется к возможному развитию событий, внешних для ИСУ, или к адекватным изменениям ее собственного состояния.

Совместным действием чувствования и интуиции интеллектуальная система получает возможность продолжения функционирования в проблемных ситуациях, т.е. при неопределенности – невозможности использования рационального мышления, а также при «тяжелых» разрушениях структуры базы знаний системы, имеющих аналогичные последствия.

**Ключевые слова:** компьютерная реализация психики человека и животного, психические функции чувствования и интуиции.

Georgy G. Vorobjev, Larissa G. Dmitrenko

Institute of Control Sciences, RAS, Moscow, Russia

## Cybernation of the feeling and intuition functions for the intelligent control system

Now researches for creating an intelligent control system conventionally refer to “neurocybernetics” or “black box cybernetics”. The first approach has not received a meaningful progress, because modeling of elements and structures of a brain has shown insufficiency of the modern knowledge of an alive brain.

Black box cybernetics means that for the reception of the intelligent system it is correct enough to reproduce observable results of the intellectual processes, besides, it makes no difference how these results are obtained. Insufficient speed of the existing computers is the difficulty, associated with the second approach. However, a huge variety of the intellectual activity displays forces to recognize, that the black box cybernetics is also doomed to fail, since all the features of intelligence cannot be taken into account.

In the present research, aiming at the principles’ development for functioning of the intelligent control system of a new generation, the following approach is applied: intelligent system behavior is correctly displayed by any psychological theory of the person, therefore, “cybernation” of some enough economical of them can have the universal intelligent system as the result. Analytical psychology by Karl Jung is chosen as the prototype theory.

From the four mental functions, offered by Karl Jung, in this case feeling and intuition are chosen, besides, that functions of thinking and sensation are left without in-depth analysis and are only superficially described.

It is connected with the restrictions of the number of publications, and consideration of the given functions requires the significant amount.

The feeling function under the given descriptions by Karl Jung, develops the attitude of «egoism» of the system to subject – a thing, situations, to process, etc. However, as no attitude is valid action, the developed attitude for the observer is “the indicator” of the given function of the system, found in the knowledge base of “the natural operation” (or their sets), which can be applied to subject matter to get the features (positive or negative), acceptable in the current intellectual process.

The basic purpose of the intuition function due to the descriptions of Karl Jung, is “revealing of the possibilities, put in the subject matter”. As no “revealing of possibilities” specifically pursues the achievement of particular goals (settling of the problem situations in the intelligent system), then by the intuition action the system adapts to possible development of events, external for the system, or to adequate changes of its own condition. By the joint action of the feeling and intuition the intelligent system has an opportunity to extend functioning in problem situations, i.e. at uncertainty – impossibility of use of rational thinking, as well as at “heavy” destructions of structure of the knowledge base of the system, having similar consequences.

**Keywords:** computer realization of mentality of the person and animal, mental functions of the feeling and intuition.

## 1. Введение. Предпосылки к исследованию

В настоящее время исследование по созданию интеллектуальной системы управления (ИСУ) условно относятся к «нейрокибернетике» или «кибернетике черного ящика». Нейрокибернетикой утверждается, что повторение элементов мозга с принципами действия, аналогичными имеющимся в живом мозгу, а также мозговых структур приведет к получению ИСУ, аналогичной выбранному прототипу. Этот подход не получил значимого развития, так как моделирование элементов и структур мозга (в виде разнообразных нейросетей, включая препараты живой мозговой ткани) показало недостаточность современных знаний о живом мозге. Кибернетикой черного ящика полагается, что для получения ИСУ достаточно корректно воспроизвести наблюдаемые результаты интеллектуальных процессов, притом, что не имеет значения, каким образом эти результаты получаются. Этот подход более популярен у разработчиков ИСУ, так как позволяет применять компьютерную технику для поэтапной «эмуляции» ИСУ естественного (природного) происхождения.

Полагается, что основной трудностью, связанной со вторым подходом, является недостаточное быстродействие имеющихся компьютеров. Однако огромное разнообразие проявлений интеллектуальной деятельности (человека и животных) вынуждает признать, что кибернетика черного ящика также обречена на неудачу, так как все особенности интеллекта учесть невозможно. В этой связи в настоящем исследовании применен подход, в основу которого положено соображение, что поведение интеллектуальной системы корректно отображено любой психологической теорией личности, следовательно, «кибернетизация» какой-либо достаточно экономной из них может дать желаемый результат – универсальную ИСУ. В качестве прототипной теории здесь выбрана Аналитическая психология К.Г. Юнга [1].

Разумеется, Аналитическая психология не единственная теория личности, однако, до настоящего времени это единственная теория,

отличающаяся от остальных своей экономностью и «кибернетичностью». В созданной им Аналитической психологии Юнг рассмотрел четыре психических функции: мышление, чувствование, ощущение и интуицию. Первым трем он дал подробные описания их проявления в обыденном поведении людей, выделив особенности их действия. Однако описание интуиции вызвало, как можно предположить, определенные затруднения, в связи с чем, интуиция была охарактеризована как бессознательный процесс. Между тем, Юнг описал интуицию, как обладающую свойством ощущения – «простой передачей образов», также она способствует «приспособлению» индивида к данности, что сближает ее с чувствованием, однако, указал, что «интуиция выявляет возможности, заложенные в предмете или ситуации». Этим интуиция отличается от остальных психических функций.

## 2. Определение структуры базы знаний

Чтобы интерпретировать действие психических функций с позиции кибернетики вначале рассмотрим условия, в которых эти функции действуют. Прежде всего, это идеологическое различие между принципами устройства и работы компьютера и ИСУ, по крайней мере, естественного происхождения. Компьютер в любом рабочем цикле всегда имеет некоторое начальное состояние, к которому применяется единственная операция, заданная программой и счетчиком команд, в результате чего получается конечное состояние текущего цикла. В тривиальном рабочем цикле ИСУ также всегда имеет некоторое начальное (например, текущее) состояние, и конечное желательное, определенное, хотя бы, частично, но требуется найти и выполнить «закономерную операцию», переводящую систему из начального состояния в конечное. Компьютер только вычисляет и поэтому эффективно работает с цифровыми данными и аналитически заданными функциями в виде запрограммированных формул. Но в составе природной ИСУ отсутствуют какие-либо вычислительные средства, поэтому такие системы могут эффективно обрабатывать

только таблично заданные и графические данные, вообще говоря, не имея (в буквальном смысле) различий между какой-то вещью и процессом, связанным с ее изменениями. Этим определяются основные различия между базой данных компьютерной (вычислительной) системы и базой знаний ИСУ, которая должна содержать и описатели разнообразных предметов, которые обнаруживаются во внешней среде интеллектуальной системы или входят в ее состав, и представления закономерностей, связываемых с этими предметами.

Исходя из определения интеллекта [2,3], как свойства системы, выражающегося в ее способности выявлять различные проблемы, определять цели и синтезировать планы их достижения, отметим, что понятий, полученных выше, недостаточно для создания ИСУ. Из описаний только множества предметов со связанными с ними закономерностями не следует ни метод, ни способ получения системы с интеллектом, как некоторым ее динамическим свойством, отражающим возможности взаимодействия ИСУ с реальными содержаниями ее внешней среды и управления собственным состоянием. Также остается неопределенным доступ «психических функций» ИСУ к содержаниям базы знаний. Эти трудности решаются корректными «кибернетическими» интерпретациями смысла и действия психических функций и организацией базы знаний с использованием трех компонент: «позиционной карты предмета», «карты планов» и «позиционной карты цели» [4].

Позиционная карта предмета отражает форму предмета в пространстве его локализации (это пространство не обязательно физическое), отражает его неоднородности по форме и цвету и, если таковые имеются, иные атрибуты, доступ к которым осуществляется по указателям, жестко связанным с положениями позиционной карты предмета (образуя списковую структуру типа «дерево»). Каждая неоднородность, как атрибут, в свою очередь, есть предмет, но второстепенный относительно «главного» предмета (т.е. атрибутом которого является данный второстепенный). Например, в позиционной карте внешней среды ИСУ должны быть отмечены

положения всех предметов в этой внешней среде, в тех положениях, в которых в данный момент времени эти предметы наблюдаются. Если же форма некоторого предмета может меняться, то такое его свойство есть его морфизмы, но не иные предметы.

Заметим, что, так как наблюдение морфизмов некоторого предмета есть следствие изменений условий его наблюдения, например, из-за изменения угла, под которым данный предмет наблюдается, или из-за изменения расстояния до предмета от ИСУ, то упорядоченными последовательностями морфизмов задаются естественные закономерности «поведения» данного предмета «с точки зрения» ИСУ.

Позиционная карта цели отражает каждое целевое (т.е. необходимое или желательное) состояние ИСУ. Таких состояний, относимых к разным предметам или их атрибутам, может быть несколько (даже много), и эти состояния суть конечные, достигаемые по выполнению «закономерной операции». Структура любой позиционной карты цели подобна структуре позиционной карты предмета с тем лишь отличием, что позиционная карта предмета отражает его текущее состояние, т.е. динамична, а позиционная карта каждой цели остается, вообще говоря, неизменной настолько, насколько неизменна для ИСУ сама цель.

Карты планов, подобно последовательным кадрам киноленты, задают последовательности состояний ИСУ, представляющие в табличной форме процесс перехода ИСУ от начального состояния к конечному. Структура каждой компоненты карты плана подобна структуре позиционной карты предмета, но последовательностью этих компонент задаются морфизмы «главного» предмета в «закономерном» процессе его изменений, реализуемом ИСУ. Таким образом, карты планов, формируемые в ИСУ динамически, в неявном виде (из-за табличного задания) содержат все необходимые «закономерные операции» из числа имеющихся в базе знаний ИСУ (т.е. определенные как морфизмы).

Структурой базы знаний ИСУ определяются необходимые функции доступа к данным и их исполь-

зования. Для ИСУ естественного происхождения К.Г. Юнг выделил и описал назначение и особенности действия психических функций мышления, чувствования, ощущения и интуиции. Эквивалентные им функции должны действовать и в технической ИСУ, если она, как в настоящем исследовании, разрабатывается на идейной основе, подобной рассмотренной Юнгом. В дальнейшем мы будем полагать логическую структуру ИСУ трех-четырёхуровневой [2, 3] (см. ниже) и будем ориентироваться, в основном, на данные, полученные от зрительной подсистемы, и работу третьего логического уровня.

Четыре логических уровня ИСУ это: «рефлекторный» (безусловных рефлексов) – нижний – первый, «инстинктов» (и условных рефлексов) – средний – второй, «ментальный» (характерен для млекопитающих и птиц) – верхний – третий, «абстракций» или «абстрактных замещений» (характерен только для человека) – высший – четвертый. Настоящее исследование отнесено к третьему логическому уровню ИСУ, так как для него уже определена функция мышления; для уровней рефлекторного и инстинктов она не определена, поэтому наблюдаемое поведение существ с относительно упрощенной организацией их управляющих систем достаточно автоматически и стереотипно. Кроме этого, абстрагирование (абстрактное замещение, абстрактное отождествление) не имеет аналогий в четырех психических функциях и естественным путем не может быть через них выражена. Эта функция (Юнгом не рассматривалась) характерна только для высшего логического уровня ИСУ и здесь рассматриваться не будет.

### 3. Описание психических функций по К.Г. Юнгу и их анализ

#### 3.1. Функция ощущения

В соответствии с описанием ощущения, данным Юнгом, назначением и действием ощущения является «простая передача образов». Юнг не уточнял, откуда и куда эти образы передаются, однако, приведенные им примеры иллюстрируют передачу образов к обработке от их источника (т.е. работает буквально

но только ощущение), в качестве которого может использоваться рецепторная система или база знаний. Мы предположим, что ощущательная функция передает образы – данные не только к обработке, но и результаты обработки данных – к эффекторам и в базу знаний, причем, в последнюю всегда, регистрируя все новые закономерности.

#### 3.2. Функция чувствования и анализ ее действия

В соответствии с описанием чувствования, данным Юнгом, назначением и действием этой функции является выработка отношения «самости» к конкретному предмету или к ситуации, к процессу, внутреннему или внешнему для ИСУ, но в котором она участвует. Вырабатываемые отношения всегда зависят от текущего состояния индивидуума (т.е. ИСУ) и внешне имеют оценочный характер: «хорошо», «плохо», «возможно», «нежелательно» и т.д. Как указал Юнг, функция чувствования служит «приспособлению» индивидуума к данности, и, можно говорить, что такие отношения являются индикаторами этого «приспособления», так как отношение, не являясь функцией, не обладает действием.

Любое отношение указывает на специфический фильтр, выбирающий к дальнейшей обработке предметы, удовлетворяющие условиям фильтрации. Таким образом, если ощущение (или иная функция) подает некую «данность» к обработке, то чувствование указывает «закономерную операцию» или класс, множество «закономерных операций», которые допустимо или желательно к этой «данности» применить. Это – «инструменты приспособления». Если таких операций не найдется, то чувствованием выявлена проблемная ситуация, требующая какого-то разрешения (проблемная ситуация это такое состояние ИСУ при котором требуется выработка управления).

Однако смысл «приспособления», указанного Юнгом, не может быть ограничен «данностью», как только текущим состоянием предмета, к которому нужно «приспособиться» (вместе с его предшествующей эволюцией – предьсторией), так как эволюция, как правило, имеет продолжение, не исключающее достижения требующегося

конечного состояния ИСУ. В этой связи выбор «закономерных операций» оказывается ориентирован на конкретное конечное состояние текущего интеллектуального процесса (что не всегда возможно), т.е. на цель текущей деятельности ИСУ. Так, устранение препятствий приближения к цели – «хорошо», выявление препятствий на пути к цели – «плохо», однако, в случаях, когда приближение к цели оказывается невозможным, то уж лучше «плохо», чем вообще «ничего», а план (или его фрагмент) достижения требуемого конечного состояния ИСУ должен быть изменен.

### **3.3. Функция мышления**

Основным назначением мышления является синтез планов, выполнение которых разрешает текущую проблему. Мышлением реализуются тривиальные циклы работы ИСУ, основанные на поиске и выборе из базы знаний «закономерной операции», переводящей систему из известного начального состояния в требуемое или желательное конечное. Однако заметим, что планы редко оказываются одношаговыми из-за сложности текущих проблем. Тем не менее, каждый план связывает начальное и конечное состояния и, можно говорить, отображает начальное состояние в конечное «сложной операцией – макрооперацией», которая сама может быть неким планом но, одновременно, служит причиной конкуренции мышления и чувствования, отмеченной Юнгом. Мышлением вырабатывается программа поведения ИСУ, системное управление, и Юнг полагал, что «интеллект это целенаправленное мышление».

### **3.4. Функция интуиции и анализ ее действия совместно с чувствованием**

Функция интуиции, как упоминалось в начале, определена Юнгом весьма поверхностно. По мере поступления новых данных в систему, а также иногда по мере их обработки мышлением и чувствованием могут создаваться ситуации, когда тривиальное продолжение работы невозможно из-за того, что в базе знаний отсутствуют данные для «закономерного» продолжения синтеза плана – не удастся определить требующееся (текущее) конечное состояние. Так, напри-

мер, поведение во внешней среде некоторого объекта с собственной управляющей системой определяется планами этого объекта, и пока ИСУ никак не проявляет себя для такого внешнего объекта, его поведение может не зависеть от планов данной ИСУ. Построение модели, как закономерности поведения внешнего объекта, оказывается, по разным причинам, желательным, но невозможным. В таких случаях работает интуиция.

В соответствии с описанием интуиции, данным Юнгом, эта функция есть «простая передача образов», как и ощущение, но, кроме того, интуицией «выявляются возможности, заложенные в предмете», что уже является фактором «приспособления» к предмету, как «данности». Когда требуемый предмет (например, конечное состояние) найден, это означает, что найден его образ, что требуется, например, для нормальной работы мышления. При этом, чтобы, исходя из известного начального состояния, найти подходящий предмет – конечное состояние, отсутствующее в базе знаний, можно к известному начальному состоянию применить все известные «закономерные операции», связанные в базе знаний с данным предметом, после чего – отобрать наиболее подходящий результат (или несколько) из их множества. Таким образом, есть основания для предположения, что интуиция работает постоянно, исследуя возможные поведения предметов, что может пониматься как функция мини прогнозирования или прогнозирующей мини идентификации, обеспечивающая, в частности, причинно-следственные связи и «гладкость» всех моделей – планов в системе, а также, как следствие, ее частичную безопасность. ИСУ оказывается готова к «любому» логичному (по ее «понятиям») развитию событий.

Здесь отметим, что представленная выше работа интуиции похожа на работу компьютера, однако, различие с компьютерным циклом очевидное: исходные данные и результаты работы интуиции заданы таблично, «закономерная операция», вообще говоря, не единственная, как это в программе, отвечающей компьютерной логике, а множество всех, отвечающих

«возможностям, заложенным» в исходных данных. Так в интуитивном процессе получают новые знания, которые сохраняются в базе знаний ИСУ.

Как упоминалось ранее, подобно чувствованию, интуиция способствует «приспособлению» ИСУ к данности. При рассмотрении чувствования было отмечено, что эта функция предоставляет ИСУ «инструменты приспособления» в виде множеств «закономерных операций». Применяя эти «инструменты», интуиция вырабатывает множества частных вариантов (способов) «приспособления», каждый отдельный из которых еще не является планом, но только одним шагом текущего синтезируемого плана. Никакой план не может быть беспричинным или бесцельным, интуиция же начинает работу, имея только начальное состояние, и вырабатывает конечные, которые затруднительно называть «целевыми». Эта особенность интуиции позволяет рассматривать ее как функцию, именно только «способствующую приспособлению».

Мышление на третьем логическом уровне ИСУ, как отмечено в [3], имеет характер утилитарного, т.е. относится к решению только текущих жизненно необходимых проблем и задач. Это же здесь можно сказать и об интуиции. Однако утилитарность мышления и интуиции определяется чувствованием, не выходящем в поиске «закономерной операции» за пределы «глобального» предмета. По этой причине поиск недостающих сведений во внешних для ИСУ источниках или постановка целенаправленных экспериментов практически не выполняются, проблема остается не решенной и должна быть отложена до тех пор, пока нужны сведения, в частности, подходящие «закономерные операции» не будут получены в обыденной деятельности этой ИСУ.

По утверждению Юнга, функция интуиции конкурирует с осязательной функцией. Подобно ощущению интуиция передает образы, и если не выяснять, каким способом эти образы получены и каких предметов эти образы, то любое конечное состояние системы оказывается начальным следующим циклу работы ИСУ, а этим стираются различия между интуицией

и ощущением. Юнг, основываясь на особенностях поведения разных психологических типов, классифицировал ощущение и интуицию как иррациональные функции, а мышление и чувствование как рациональные, чем сильно разграничил и обособил их, признавая, однако, необходимость их всех в нормальной психике.

#### 4. Заключение. Выводы

- Функция чувствования по описаниям, данным К.Г. Юнгом, выработывает отношение «самости» ИСУ к предмету – вещи, ситуации,

процессу и т.д. Однако, так как никакое отношение не имеет силы действия, то выработанное отношение для наблюдателя есть «индикатор» данной функцией найденной в базе знаний ИСУ «закономерной операции» (или их множества), которая может быть применена к предмету для приобретения им свойств (позитивных или негативных), приемлемых в текущем интеллектуальном процессе.

- Основным назначением функции интуиции по описаниям, данным К.Г. Юнгом, является «выявление возможностей, заложенных в предмете». Так как никакое «вы-

явление возможностей» непосредственно не преследует достижения конкретных целей (разрешения проблемных ситуаций в ИСУ), то действием интуиции ИСУ адаптируется к возможному развитию событий, внешних для ИСУ, или к адекватным изменениям ее собственного состояния.

- Совместным действием чувствования и интуиции интеллектуальная система получает возможность продолжения функционирования в проблемной ситуации, т.е. при неопределенности – невозможности использования рационального мышления.

#### Литература

1. Jung C.G. Analytical Psychology: Its Theory and Practice. The Tavistock Lectures. – London a. Henley, 1968, 224 с.
2. Воробьев Г.Г., Дмитренко Л.Г. Анализ возможности построения теории интеллекта на основе аналитической психологии К.Г. Юнга // Проблемы управления. – М., 2013, № 4. С. 82–87.
3. Воробьев Г.Г., Дмитренко Л.Г. Архитектурные принципы построения интеллектуальных систем. LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland, 2015, 65 с.
4. Воробьев Г.Г. Формирование базы знаний интеллектуальной системы на основе методов Аналитической психологии К.Г. Юнга // Информационные технологии и вычислительные системы. – М., 2016, вып. 3. С. 89–97.

#### References

1. Jung S.G. Analytical Psychology: Its Theory and Practice. The Tavistock Lectures. – London a. Henley, 1968, P. 224.
2. Vorobyev G.G., Dmitrenko L.G. Analiz vozmozhnosti postroeniya teorii intellekta na osnove analiticheskoy psikhologii K.G. Yunga // Problemy upravleniya. – M., 2013, № 4. Pp. 82–87. (in Russ.)
3. Vorobyev G.G., Dmitrenko L.G. Arkhitekturnye printsipy postroeniya intellektual'nykh sistem. LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland, 2015, P. 65. (in Russ.)
4. Vorobyev G.G. Formirovanie bazy znaniy intellektual'noy sistemy na osnove metodov Analiticheskoy psikhologii K.G. Yunga // Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy. – M., 2016, Volume. 3. Pp. 89–97. (in Russ.)

#### Сведения об авторах

##### **Георгий Георгиевич Воробьев,**

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова  
РАН, Москва, Россия  
Эл. почта: ldmit@ipu.ru  
Тел.: (495) 334-88-70

##### **Лариса Григорьевна Дмитренко,**

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник  
Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова  
РАН, Москва, Россия  
Эл. почта: ldmit@ipu.ru  
Тел.: (495) 334-88-70

#### Information about the authors

##### **Georgiy G. Vorobyev**

Candidate of Engineering Sciences  
Senior Researcher  
V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian  
Academy of Sciences, Moscow, Russia  
E-mail: ldmit@ipu.ru  
Tel.: (495) 334-88-70

##### **Larisa G. Dmitrenko**

Candidate of Engineering Sciences  
Senior Researcher  
V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian  
Academy of Sciences, Moscow, Russia  
E-mail: ldmit@ipu.ru  
Tel.: (495) 334-88-70