

**ИНТЕРФЕЙС ОБЩЕНИЯ С СЕРВИСНЫМ МЕДИЦИНСКИМ РОБОТОМ**

Д.А. Рогаткин

rogatkin@medphyslab.com

Д.Г. Лапитан

lapitandenis@mail.ru

**Московский областной научно-исследовательский клинический институт  
им. М.Ф. Владимирского, Москва, Российская Федерация****Аннотация**

Рассмотрена задача разработки интерфейса взаимодействия человека и автономных мобильных сервисных медицинских роботов. Обоснован выбор многомодальных интерфейсов. Показано, что основная входная информация для робота, поступающая ему через интерфейс, может быть разделена на три категории: 1) команда на выполнение действий; 2) запрос справки; 3) нераспознанная информация. Встраивание интерфейса в интеллектуальную систему управления роботом на современном этапе развития робототехники необходимо только на уровне распознанных команд, которые должны формировать мотивацию и дальнейшую цель действий робота. Выдача справочной информации и общение на уровне уточнения поступающей на вход информации может быть выполнено в интерфейсе на «доинтеллектуальном» уровне реализации

**Ключевые слова**

*Интерфейс, человек, робот, интеллектуальная система, медицина*

Поступила в редакцию 02.11.2016

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-08-01127)*

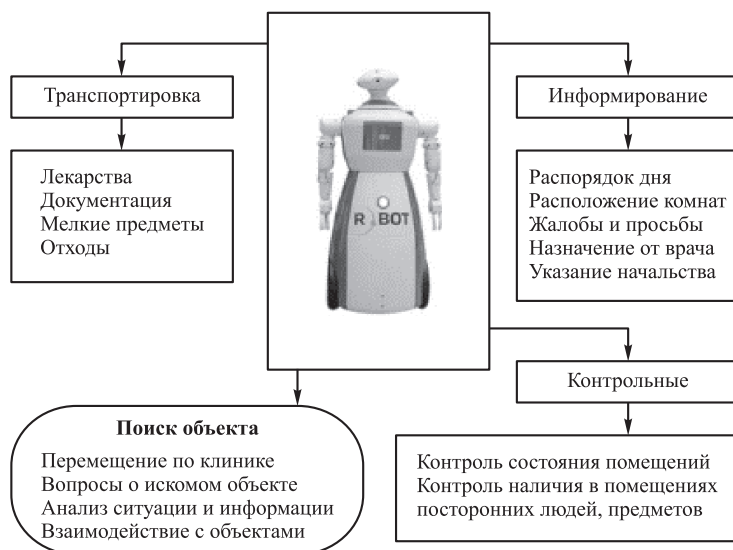
**Введение.** Первые сообщения о создаваемых мобильных сервисных роботах-помощниках для медицины стали появляться в середине 1970-х годов [1]. В те годы, в отсутствие портативных компьютеров и интернета, речь могла идти лишь о транспортировке роботами предметов по больнице и о магнитофонном воспроизведении речи человека. В частности, в работе [1] описан опытный образец транспортного робота *AMS-car*, который перевозил контейнеры с подносами для питания больных в больнице города Фэрфакс (США). С этого момента идея внедрения автономных мобильных сервисных роботов (АМСР) в здравоохранение буквально «витает в воздухе», так как в медицине существует много рутинных транспортных, поисковых, информационных и других вспомогательных процедур, которые ежедневно требуют участия человека, но потенциально могут быть выполняемы с помощью АМСР [2–7]. Однако решить эту проблему и заместить вспомогательный труд человека АМСР в клиниках пока никому не удалось. Главной причиной является отсутствие реальной автономности и «интеллекта» у роботов, несмотря на десятилетия исследований. Возникли даже сомнения в правильности выбранных подходов [8, 9].

Тем не менее работы в этом направлении продолжают. Одним из генеральных направлений современных исследований являются непосредственно интеллектуальные методы управления и попытка создания полноценных автономных интеллектуальных систем управления роботами [10]. Здесь под интеллектуальной системой управления (ИСУ) понимаем такую систему управления роботом без участия человека, которая обеспечивает ему автономное и эффективное *ситуационное поведение*. В отличие от жесткого *нормативного поведения* (жестко заданного алгоритма поведения), не меняющегося с изменением внешней обстановки, ситуационное поведение варьируется в зависимости от оценки роботом текущей ситуации [11]. Планирование и реализация действий такого робота адаптивно подстраиваются под имеющиеся у робота данные об окружающей обстановке и внутренних ресурсах на основе, например, прецедентно-организованных знаний о возможных ситуациях, возможных вариантах действий в этих ситуациях, на основе сравнения текущей ситуации с имеющимися в базе знаний ситуациями и на каких-либо обоснованных в рассматриваемой ситуации, т. е. *ситуационно-обоснованных* (выводимых логических, оптимизационных, статистико-вероятностных и пр.), методах выбора вариантов действий.

В настоящее время другим широко развивающимся направлением является человеко-машинный интерфейс [12]. Для мобильных автономных роботов речь идет уже не об управлении роботом человеком, а о равноправном взаимодействии человека и робота при решении задач во внешнем мире, поэтому возникает потребность общения человека и робота. В последнее время наибольшее распространение получают речевые интерфейсы. Однако весьма мало работ затрагивают аспекты взаимодействия интерфейса и ИСУ робота, комплексирования их в одну единую работающую конструкцию, также немного работ посвящено специфике именно медицинских сервисных роботов.

В настоящей работе поставлена задача разработать идейно-технические решения для построения эффективных интерфейсов взаимодействия (общения) АМСР и человека — врача, пациента, посетителя, а также получить обоснованные рекомендации по встраиванию интерфейсов в ИСУ робота.

**Методы и подходы.** Авторы работы придерживались функциональной стратегии обоснования тех или иных требований к конструкции интеллектуальных мобильных роботов в современной робототехнике [8, 13]. Такой подход предполагает формулировку требований на основе анализа функций назначения робота, а также разных необходимых вариантов его действий, вытекающих из этих функций, в различных модельных ситуациях. За исходную концепцию функционирования АМСР в клинике была принята стратегия поведения роботов, сформулированная в работе [7]. Эта стратегия на инженерно-техническом языке с учетом основных функций назначения АМСР в клинике (рис. 1) может быть формально представлена и описана следующим образом.



**Рис. 1.** Транспортные, информационные, поисковые и контрольные функции сервисных медицинских роботов в клинике

Наиболее необходимые медперсоналу функции назначения АМСР — транспортные, поисковые, информационные и контрольные. Робот функционирует в условиях замкнутых и известных ему помещений внутри клиники, решая «интеллектуально» ситуационные задачи в переменной внешней среде путем поиска заданных объектов взаимодействия (врач, пациент, другой робот), которые заложены в него в виде наборов переменных для опознания и взаимодействия, установления последовательных контактов с ними и обмена информацией, а также мелкими предметами. Робот перемещается по клинике, стремясь к решению поставленной ему оператором (врачом, пациентом) конкретной задачи в заданный отрезок времени. По мере его движения возникают переменные ситуации, включая нештатные ситуации, которые АМСР должен решать автономно, без участия оператора, ставя себе промежуточные ситуационные цели и подзадачи и формируя ситуационную стратегию поведения и ситуационные целевые функции (обход препятствия, подзарядка аккумулятора, поиск отсутствующего в требуемом месте объекта и др.). В крайнем случае неразрешимой для АМСР ситуации, робот может полностью остановиться и выдать сигнал бедствия (беспомощности).

По определению данный тип роботов относится к интеллектуальным роботам класса «А», так как является практически автономным и решает поставленную ему человеком в общем виде задачу в изменяемом внешнем мире за счет высокой степени мобильности, полноценного восприятия необходимой внешней информации, ее оценки, анализа, принятия решения и т. д. [14]. Управление таким АМСР должно быть возложено на некую внутреннюю ИСУ, которая также должна получать команды через интерфейс. Следовательно, возникает до-

полнительная проблема непротиворечивого встраивания интерфейса общения АМСР в его ИСУ.

Для анализа современных тенденций развития интерфейсов взаимодействия человека и роботов использован литературный поиск, который проведен по наиболее релевантным отечественным и зарубежным источникам. Часть информации была получена при общении с производителями роботов на международной выставке *InnoRobo'2016*. Далее методом симуляционных (мысленных, игровых) экспериментов и экспертных оценок были разработаны типовые сценарии общения человека и АМСР. Анализ (проигрывание) сценариев позволил классифицировать потоки информации и предложить обоснованную идейно-техническую парадигму функционирования и практической реализации интерфейса АМСР–человек, а также концепцию (идеологическую схему) встраивания интерфейса в общую ИСУ робота.

**Результаты и обсуждение.** Предварительно, при начальной формулировке задачи исследования, априори казалось, что интерфейс АМСР–человек должен пониматься как элемент внутренней модели мира робота, встроенной в ИСУ, который обеспечивает его связь с внешним миром [15]. Для этого планировались исследования, направленные на встраивание интерфейса в модель мира робота. Однако по мере проведения работ оказалось, что напрямую интерфейс АМСР–человек не является частью модели мира робота. Ввиду того, что методы искусственного интеллекта в настоящее время по своему функционалу не достигли ни уровня человека, ни даже уровня животного с простой узловой нервной системой, ИСУ современных АМСР не могут работать по типу категоризации, понимания и осознания всех наблюдаемых фактов и объектов внешнего мира, всех произносимых человеком фраз и слов, всех тонкостей ситуаций и т. д., с семантической увязкой этого в единую наблюдаемую картину мира, как это делают животные и люди. Самый высокий уровень развития современных ИСУ пока может лишь анализировать весьма ограниченные наборы предметов, фрагменты ситуаций, выбирать прецеденты возможных действий из представленного ограниченного списка и сшивать из них куски некоторого своего «оптимального» ситуационного поведения, но не более [16]. Поэтому предлагаемые интерфейсные решения должны иметь как механизм их встраивания в общую ИСУ робота, так и автономно функционирующие интерактивные коммуникационные элементы, не связанные с ИСУ.

Анализ литературы показал, что наиболее перспективно создание многомодальных интерфейсов как наиболее естественных для человека, особенно для людей пожилого возраста [17]. Многомодальность подразумевает возможность как ручного или автоматического ввода и вывода различной текстовой и графической информации, например, справочных данных (данные типа «Справка») на интерактивный экран монитора робота, так и параллельный анализ поступающих роботу визуальных и голосовых сообщений, озвучивание подсказок, вопросов и справок с помощью системы синтеза речи [12, 18]. Это представляется наиболее перспективным для АМСР, поскольку в больницы могут прихо-

дить пожилые люди, люди с заболеваниями органов зрения, нарушением слуха и т. д. Поэтому им необходимо предоставить максимальную возможность выбора альтернативных способов общения, в том числе, возможность общения с полностью слепым человеком. Соответственно, разрабатываемый интерфейс АМСР должен содержать все эти возможности и технические компоненты для их реализации (рис. 2).

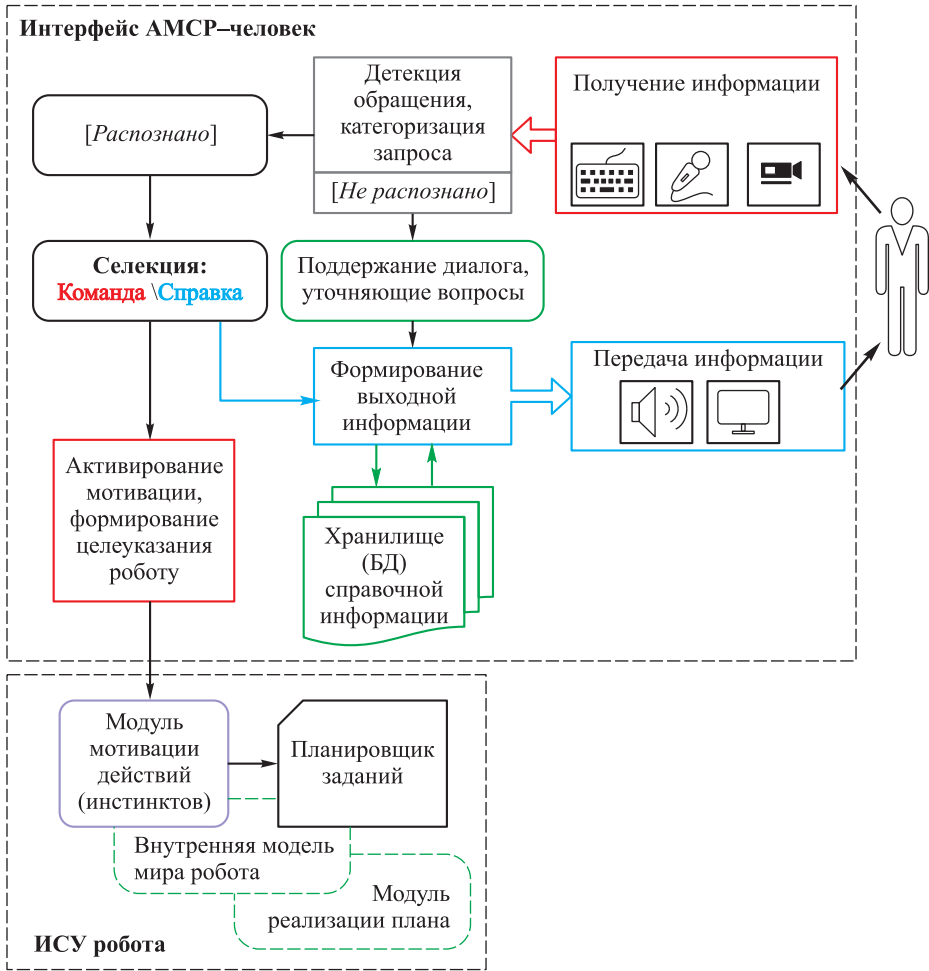


Рис. 2. Интерфейс АМСР-человек

Передача части данных от человека роботу может осуществляться в много-модальном интерфейсе как выбором опций в ответ на вопрос или предложение выбрать требуемый вариант на сенсорном экране АМСР (технология *touchscreen*), так и вводом данных с клавиатуры, например, фамилии, имени, отчества пациента, номера палаты, где лежит пациент, номера страхового полиса. Для слепых людей можно предусмотреть тактильные клавиатуру и дисплей Брайля. Пациентам со слабым слухом речь АМСР можно дополнительно дублировать бегущими субтитрами на экране. В таком случае не важна конкретная реализа-

ция и набор модальностей (функций) интерфейса, а важен факт необходимости многомодальности в клинике, и чтобы робот понимал все происходящее в общем контексте общения.

Для достижения роботом «понимания» общего контекста общения, а также конкретных потребностей и запросов человека минимальными средствами достаточно выбрать наиболее простую в реализации стратегию — предоставить роботу возможность активно управлять процессом и направлять общение в необходимое русло путем постановки вопросов и выдачи предложений человеку по выбору функций, ответов и (или) меню на экране. В частности, при любых «сомнениях» в конце диалога роботу необходимо предложить однозначный вариант интерпретации запроса/команды/вопроса от человека с последующим, например: «Подтвердите ответом ДА, что я Вас правильно понял».

Анализ составленных и «проигранных» типовых сценариев общения АМСР с человеком в рамках общей рассматриваемой концепции функционирования АМСР в клинике показал, что в общей структуре общения робота и человека можно выделить несколько основных фаз: инициация общения; уточнение запросов/команд человека; выдача справочной информации; действия согласно команде; завершение сеанса общения. Общение может быть инициировано как роботом, если он видит и распознает особое внимание человека к себе (человек близко подходит к роботу, внимательно рассматривает интерактивный экран, пытается что-то сказать роботу, выбрать пункты меню на экране и т. д.), так и человеком. В последнем случае наиболее вероятным первым обращением человека к роботу по аналогии с «ОК, Google!» будет какой-либо эквивалентный вариант: «Здравствуй, робот!», «Привет, робот!», «Скажи, робот» и т. п.

Список ключевых возможных слов в обращении к роботу *List\_initial\_phrases*={...} должен закладываться в систему распознавания речи в интерфейс на этапе разработки, но может и дополняться по мере обучения робота<sup>1</sup>. Если обращение и внимание к роботу со стороны человека распознано, возникает ситуация, когда робот должен отреагировать на обращение — ответить: «Здравствуйте», предложить варианты дальнейших действий: «Задайте вопрос», «Выберите необходимый Вам пункт меню на экране» и т. д. Далее это позволит АМСР лучше «понимать» происходящее и направлять общение.

Не важно в каком виде, произнесенная голосом или введенная с экрана путем выбора пунктов меню, вся последующая информация и обращения-запросы, поступающие в интерфейс АМСР от человека, могут быть разделены на три основные категории, влекущие за собой различные действия робота.

1. Робот получает команду от человека и начинает действовать согласно команде, например, ему выдается команда найти пациента N на территории клиники и проводить его на процедуры в кабинет № XXX.

<sup>1</sup> Можно показать, что функционально такой список весьма ограничен и не представляет сложности для реализации современными методами.

2. Робот получает запрос на справочную информацию (указать расположение комнат, подсказать, кто лечащий врач пациента N и т. д.) и выдает эту информацию голосом или в виде текста на экран из имеющегося списка  $List\_help\_information=\{\dots\}$  или из базы данных справочной информации.

3. Информация и намерения человека не распознаются роботом однозначно, соответственно необходимо уточнение вопроса/команды. В этом случае наиболее оптимален возврат на этап начального общения с предложением вариантов действий со стороны робота, возможно с дополнительными уточняющими вопросами и (или) повторно озвученными предложениями, синонимично переформулированными согласно ситуации, если человек их в первоначальной формулировке не понял<sup>2</sup>.

В замкнутом виде логическая схема алгоритма функционирования такого варианта интерфейса представлена на рис. 3. Во многих случаях возможна ситуация автономного функционирования интерфейса по заранее заданному алгоритму без обращения к ИСУ робота, так как при общении с человеком и уточнении запросов никаких автономных действий робота не требуется, за исключением, быть может, поворота «лицом» к говорящему, соблюдения доверительной дистанции и т. д. Это может быть реализовано в рамках простейших детерминированных алгоритмических процедур, без привлечения какого-либо серьезного машинного «интеллекта». Включение в работу ИСУ АМСР реально необходимо только тогда, когда распознана и подтверждена команда к действию. При этом первое проявление человеком внимания к роботу и обращение к нему также может быть интерпретировано как команда, например команда «начать общение» ( $Robot\_commands\_=\{start\ communication, \dots\}$ ).

Любая команда от человека является для робота указанием на какое-либо действие. Для эффективной работы АМСР в каждой ситуации требуется *целеуказание* (целеполагание в терминологии ряда учебников по искусственному интеллекту). В рассматриваемом случае под целеуказанием понимаем формулировку команды как некоторого целевого состояния АМСР, которое он должен достигнуть в результате выполнения своих действий, например, оказаться в комнате № X в состоянии переданной пациенту N информации I, а также определение роботом условий и способа достижения этого состояния [18].

В работе [19] подробно поясняется, что одним из важнейших мотивационных элементов функционирования живых систем является их нейроэндокринная система и гуморальная регуляция поведения (гормональное управление поведением). Однако для АМСР эту задачу приходится решать несколько в ином ключе, в комплексе, поскольку часть мотивации определяется, как и у живых систем, внутренними потребностями (например, разрядом аккумулятора), а часть задается командами извне, через интерфейс. При этом вся совокупность мотиваций должна быть еще и ранжирована по приоритетам для определения

---

<sup>2</sup> Список альтернативных вариантов предложений также может быть конечен и достаточно универсален.

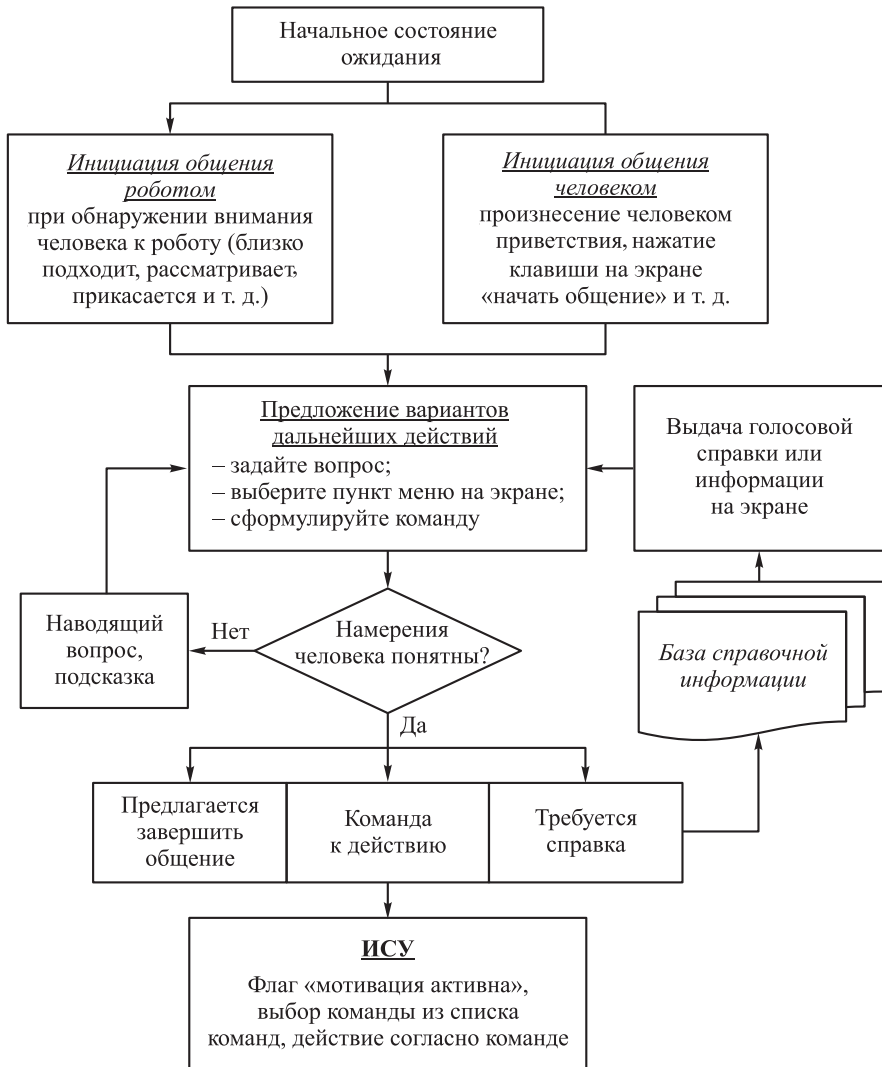


Рис. 3. Схема алгоритма функционирования интерфейса АМСР–человек

порядка действий и исключения неопределенности в многозадачных ситуациях. Этот элемент — блок принудительной формулировки мотиваций, приоритетов и команд (целеуказаний) — отсутствует в нейрофизиологии живых систем. Он присущ исключительно технической системе, созданной человеком. Поэтому здесь нейробиологические подходы «по аналогии» неприменимы, а следует опираться на какую-либо иную парадигму.

Для решения этой задачи в работе [14] было предложено в качестве мотивации в программном обеспечении АМСР использовать некий выставяемый флаг наличия запроса на те или иные действия робота с кодом причины, его вызывающей (как внутренней, так и внешней) и с присвоенным данной мотивации приоритета реализации. Возможно также наличие дополнительных параметров



мотивации (запроса), например, наличие конкретной команды (целеуказания) от человека, если мотивация вызвана человеком. Флаг мотивации при функционировании АМСР обеспечивает запрос прерывания и его обработку в соответствии с приоритетом. По этим флагам оценивается возникновение новых задач для АМСР и необходимость смены приоритетов. Поступающие более приоритетные мотивации принимаются роботом к «удовлетворению», а менее приоритетные помещаются в очередь ожиданий.

Интересно, что в такой идеологической концепции логично появляется понятие «инстинктов» робота, наподобие инстинктов биологических, под которыми обычно понимаются в этологическом смысле «врожденные» схемы поведения животных. Если при внешних мотивациях, определенных командами человека, целеуказания роботу формируются человеком, то при многих внутренних мотивациях (разряд аккумулятора, перегрев элементов), а также при некоторых внешних, не связанных с человеком, например, при обнаружении роботом задымления в помещении, действия робота должны быть заранее predetermined, запрограммированы (переместиться к зарядному устройству, подать сигнал тревоги). Эти действия не задаются человеком при общении в виде команды, а закладываются в робота «создателем» на этапе его разработки и программирования. Это сродни «врожденным» инстинктам. Они необходимы во многих случаях отсутствия внешних команд. В частности, как показано в работе [14], важным замыкающим условием работы любого АМСР может стать инстинкт «лени»: заранее заложенный в АМСР алгоритм поведения, что при отсутствии активной мотивации роботу необходимо вернуться в основное состояние *home*, например, в зарядное устройство, и перейти в режим «сна» и ожидания нового обращения к нему. Этот же «инстинкт», согласно рис. 3, логично замыкает основной цикл функционирования интерфейса: если никаких мотиваций не поступает, АМСР «инстинктивно» переходит в состояние ожидания.

Следовательно, легко сформулировать и механизм сопряжения интерфейса и ИСУ АМСР. Интерфейс функционирует квазиавтономно в режиме выдачи справочной информации и уточнения поступающих запросов. При поступлении конкретной команды от человека и дополнительного подтверждения роботу, что он правильно понял команду и все ее параметры, интерфейс АМСР генерирует для ИСУ флаг активизации мотивации, ее приоритет (для разных людей и ситуаций могут устанавливаться разные приоритеты) и код распознанной команды, т. е. формирует согласно команде целеуказание к действию. В цикле активного действия (выполнения команды от человека) в зависимости от поступившей команды, ее приоритета и возникновения новых мотиваций (например, кто-то еще позвал робота, робот увидел препятствие, почувствовал разряд аккумулятора и т. п.) с помощью ИСУ происходит «инстинктивное» выполнение генерируемых новых команд в порядке их приоритетов. Интерфейс все это время также остается активным и может генерировать новые мотивации и приоритеты. При исчезновении в очереди последней активированной мотивации, а также при завершении обращения человеком, АМСР, следуя «инстинкту лени»,

принудительно возвращается в исходное состояние и переходит в режим ожидания («сна»). В такой постановке алгоритм функционирования интерфейса становится замкнутым, логически понятным и не очень сложным в реализации.

**Заключение.** Предпринята попытка разработать базовые идейно-технические решения для построения эффективных интерфейсов взаимодействия (общения) АМСР и человека — врача, пациента, посетителя, а также получить обоснованные рекомендации по встраиванию интерфейсов в ИСУ робота. Обосновано применение многомодальных интерфейсов, сочетающих интерактивные визуальные, тактильные и голосовые возможности. Встраивание интерфейса в ИСУ роботом необходимо только на уровне распознанных команд, которые должны формировать мотивацию и дальнейшую цель действий робота. Выдача справочной информации и общение на уровне уточнения поступающей на вход информации может быть выполнено в интерфейсе на «доинтеллектуальном» уровне реализации.

Авторы настоящей работы не утверждают, что ими представлено детальное, полностью законченное и единственно возможное техническое решение поставленной задачи. Обоснован и предложен лишь один из вариантов реализации интерфейса уровня идейно-технического проекта, сформулированный и представленный в общем виде, без детализации. Наиболее вероятно, что возможны и другие варианты идеологии интерфейса АМСР–человек. Однако предложенный вариант представляется не очень технически сложным и полностью реализуемым на практике современными средствами. Заложенные в него принципы функционирования логично следуют из целевых функций назначения АМСР и, в некоторой степени, конкретизируют возможные сценарии поведения робота в учреждениях здравоохранения, что в свою очередь позволяет утверждать о сделанном еще одном шаге на пути создания полноценной инженерной теории функционирования автономных мобильных сервисных роботов в медицине.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Накано Э. Введение в робототехнику / под ред. А.М. Филатова; пер. с япон. М.: Мир, 1988. 334 с.
2. Taylor R.H. A perspective on medical robotics // Proc. of the IEEE. 2006. Vol. 94. No. 9. P. 1652–1664. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1717783>  
DOI: 10.1109/JPROC.2006.880669
3. Wang Y. et. al. The developing market for medical robotics // Proc. of the IEEE. 2006. Vol. 94. No. 9. P. 1763–1771. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1717793>  
DOI: 10.1109/JPROC.2006.880711
4. Саврасов Г.В. Тенденции развития медицинской робототехники // Биомедицинская радиоэлектроника. 2007. № 10. С. 42–46.
5. Краевский С.В., Рогаткин Д.А. Медицинская робототехника: первые шаги медицинских роботов // Технологии живых систем. 2010. Т. 7. № 4. С. 3–14.

6. *Рогаткин Д.А., Лапитан Д.Г., Лапаева Л.Г.* Концепция автономных мобильных сервисных роботов для медицины // Биомедицинская радиоэлектроника. 2013. № 5. С. 46–56.
7. *Mastrogiovanni F., Chong N.Y.* The need for a research agenda in intelligent robotics // Intelligent Service Robotics. 2013. Vol. 6. No. 1. P. 1–3. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11370-012-0127-x> DOI: 10.1007/s11370-012-0127-x
8. *Antonelly G.* Frontiers in Robotics and AI. Robotic research: Are we applying the scientific method? // Robohub: веб-сайт.  
URL: <http://robohub.org/robotic-research-are-we-applying-the-scientific-method> (дата обращения: 18.10.2016).
9. *Юревич Е.И.* Основы робототехники. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 416 с.
10. *Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А.* От амебы до робота: модели поведения. М.: Наука, 1987. 286 с.
11. *Ющенко А.С.* Человек и робот — совместимость и взаимодействие // Робототехника и техническая кибернетика. 2014. № 1 (2). С. 4–9.
12. *Towle Jr. B., Nicolescu M.* An auction behavior-based robotic architecture for service robotics // Intelligent Service Robotics. 2014. Vol. 7 (3). P. 157–174. URL: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11370-013-0141-7> DOI: 10.1007/s11370-013-0141-7
13. *Карпов В.Э., Павловский В.Е., Ройзензон Г.В.* Многокритериальный подход к определению интеллектуального робота // Труды 15-й Национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ–2016). Т. 3. Смоленск: РАИИ, 2016. С. 312–319.
14. *Rogatkin D., Lapaeva L., Lapitan D.* Substantiation of the required world model configuration for autonomous mobile medical service robots // Proc. of the 9-th Int. Conf. on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC'2016). Vol. 1: BIODEVICES. Rome: INSTICC, 2016. P. 125–130.
15. *Стефанюк В.Л., Жожикашвили А.В.* Сотрудничающий компьютер. М.: Наука, 2007. 276 с.
16. *Карпов А.А., Ронжин А.Л.* Многомодальные интерфейсы в автоматизированных системах управления // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2005. Т. 48. № 7. С. 9–14.
17. *Прищепина М.В., Баранов К.Ю.* Особенности разработки пользовательского интерфейса мобильного информационного робота // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2012. Т. 55. № 11. С. 46–51.
18. *Осипов Г.С., Панов А.И., Чудова Н.В.* Управление поведением как функция сознания. Ч. 1. Картина мира и целеполагание // Известия РАН. Теория и системы управления. 2014. № 4. С. 49–62. DOI: 10.7868/S000233881404012X
19. *Рогаткин Д.А., Куликов Д.А., Ивлиева А.Л.* Три взгляда на современные данные нейронаук в интересах интеллектуальной робототехники // Modeling of Artificial Intelligence. 2015. Vol. 6. No. 2. P. 98–136. URL: <http://oaji.net/articles/2015/681-1437419287.pdf> DOI: 10.13187/mai.2015.6.98

**Рогаткин Дмитрий Алексеевич** — д-р техн. наук, доцент, заведующий лабораторией медико-физических исследований Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф. Владимирского (МОНИКИ) (Российская Федерация, 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2).

**Лапитан Денис Григорьевич** — научный сотрудник лаборатории медико-физических исследований Московского областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф. Владимирского (МОНИКИ) (Российская Федерация, 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Рогаткин Д.А., Лапитан Д.Г. Интерфейс общения с сервисным медицинским роботом // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2017. № 1. С. 35–48.  
DOI: 10.18698/0236-3933-2017-1-35-48

**INTERFACE OF COMMUNICATION WITH SERVICE MEDICAL ROBOT**

**D.A. Rogatkin**

rogatkin@medphyslab.com

**D.G. Lapitan**

lapitandenis@mail.ru

**Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute named after M.F. Vladimirsky, Moscow, Russian Federation**

**Abstract**

The study tested the problem of developing the interface of communication between human and autonomous mobile service medical robots. The choice of multimodal interfaces was substantiated. Findings of the research show that the main input information for the robot, coming through the interface, can be divided into 3 categories: 1) command to perform actions; 2) enquiry; 3) unrecognized information. The incorporation of the interface into the intelligent robot control system at the present stage of robotics development is necessary only at the level of recognized commands, which should generate the motivation and the goal for the next robot's actions. The output of the reference and help information as well as communication in terms of defining the input information can be performed in the interface on the "pre-intelligent" level of implementation

**Keywords**

*Interface, human, robot, intelligent system, medicine*

**REFERENCES**

- [1] Nakano E. Vvedenie v robototekhniku [Introduction to robototronics]. Moscow, Mir Publ., 1988. 334 p.
- [2] Taylor R.H. A perspective on medical robotics. *Proc. of the IEEE*, 2006, vol. 94, no. 9, pp. 1652–1664. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1717783>  
DOI: 10.1109/JPROC.2006.880669
- [3] Wang Y. et. al. The developing market for medical robotics. *Proc. of the IEEE*, 2006, vol. 94, no. 9, pp. 1763–1771. Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1717793>  
DOI: 10.1109/JPROC.2006.880711
- [4] Savrasov G.V. Development trends of medical robotics. *Biomeditsinskaya radioelektronika* [Biomedical Radioelectronics], 2007, no. 10, pp. 42–46 (in Russ.).

- [5] Kraevskiy S.V., Rogatkin D.A. Medical robotics: the first steps of medical robots. *Tekhnologii zhivyykh system* [Technologies of Living Systems], 2010, vol. 7, no. 4, pp. 3–14 (in Russ.).
- [6] Rogatkin D.A., Lapitan D.G., Lapaeva L.G. Conception of the mobile autonomous service medical robots. *Biomeditsinskaya radioelektronika* [Biomedical Radioelectronics], 2013, no. 5, pp. 46–56 (in Russ.).
- [7] Mastrogiovanni F., Chong N.Y. The need for a research agenda in intelligent robotics. *Intelligent Service Robotics*, 2013, vol. 6, no. 1, pp. 1–3. Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11370-012-0127-x> DOI: 10.1007/s11370-012-0127-x
- [8] Antonelly G. Frontiers in Robotics and AI. Robotic research: Are we applying the scientific method? // Robohub: web-site. Available at: <http://robohub.org/robotic-research-are-we-applying-the-scientific-method> (accessed 18.10.2016).
- [9] Yurevich E.I. Osnovy robototekhniki [Fundamentals of robotics]. Sankt-Petersburg, BKhV-Peterburg Publ., 2005. 416 p.
- [10] Gaaze-Rapoport M.G., Pospelov D.A. Ot ameby do robota: modeli povedeniya [From amoeba to robot: Behavior model]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 286 p.
- [11] Yushchenko A.S. Human-robot: Compatibility and cooperation. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika* [Robotics and Technical Cybernetics], 2014, no. 1 (2), pp. 4–9 (in Russ.).
- [12] Towle Jr.B., Nicolescu M. An auction behavior-based robotic architecture for service robotics. *Intelligent Service Robotics*, 2014, vol. 7 (3), pp. 157–174. Available at: <http://link.springer.com/article/10.1007/s11370-013-0141-7> DOI: 10.1007/s11370-013-0141-7
- [13] Karpov V.E., Pavlovskiy V.E., Royzenzon G.V. Multicriterion approach to smart robot definition. *Trudy 15-y Natsional'noy konferentsii po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem (KII-2016). T. 3* [Proc. 15<sup>th</sup> National conf. on artificial brain with international sharing (KII-2016). Vol. 3]. Smolensk, RAII Publ., 2016, pp. 312–319 (in Russ.).
- [14] Rogatkin D., Lapaeva L., Lapitan D. Substantiation of the required world model configuration for autonomous mobile medical service robots. *Proc. of the 9-th Int. Conf. on Biomedical Engineering Systems and Technologies (BIOSTEC'2016). Vol. 1: BIODEVICES*. Rome, INSTICC Publ., 2016, pp. 125–130.
- [15] Stefanyuk V.L., Zhozhikashvili A.V. Sotrudnichayushchiy komp'yuter [Cooperative computer]. Moscow, Nauka Publ., 2007. 276 p.
- [16] Karpov A.A., Ronzhin A.L. Multimodal interfaces in automated control systems. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Priborostroenie* [Journal of Instrument Engineering], 2005, vol. 48, no. 7, pp. 9–14 (in Russ.).
- [17] Prishchepa M.V., Baranov K.Yu. Design features of user interface of mobile informational robot. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Priborostroenie*. [Journal of Instrument Engineering], 2012, vol. 55, no. 11, pp. 46–51 (in Russ.).
- [18] Osipov G.S., Panov A.I., Chudova N.V. Behavior control as a function of consciousness. Part I. World model and goal setting. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 2014, vol. 53, no. 4, pp. 517–529. Available at: <http://link.springer.com/article/10.1134/S1064230714040121> DOI: 10.1134/S1064230714040121

[19] Rogatkin D.A., Kulikov D.A., Ivlieva A.L. Three views on current data of neuroscience for the purposes of intelligent robotics. *Modeling of Artificial Intelligence*, 2015, vol. 6, no. 2, pp. 98–136. Available at: <http://oaji.net/articles/2015/681-1437419287.pdf>  
DOI: 10.13187/mai.2015.6.98

**Rogatkin D.A.** — Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Professor, Head of Medical and Physical Research Laboratory, Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute n.a. M.F. Vladimirsky (MONIKI) (Shepkina ul. 61/2, Moscow, 129110 Russian Federation).

**Lapitan D.G.** — researcher of Medical and Physical Research Laboratory, Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute n.a. M.F. Vladimirsky (MONIKI) (Shepkina ul. 61/2, Moscow, 129110 Russian Federation).

**Please cite this article in English as:**

Rogatkin D.A., Lapitan D.G. Interface of Communication with Service Medical Robot. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Priborostr.* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Instrum. Eng.], 2017, no. 1, pp. 35–48. DOI: 10.18698/0236-3933-2017-1-35-48



В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана  
вышло учебного пособия авторов

**Л.И. Пономарева, В.А. Вечтомова,  
А.С. Милосердова**

**«Бортовые цифровые  
многолучевые антенные решетки  
для систем спутниковой связи»**

Рассмотрены возможности спутниковых многолучевых зеркальных и линзовых антенн, а также особенности построения бортовых цифровых многолучевых антенных решеток на основе крупноапертурных зеркальных и линзовых излучателей. Приведены результаты оптимизации структуры и характеристик крупноапертурных излучателей, а также антенных решеток из них. Показаны преимущества многолучевых крупноапертурных излучателей при построении антенных решеток для глобальных систем спутниковой связи и возможные схемотехнические и конструктивные решения по построению цифровых антенных решеток.

**По вопросам приобретения обращайтесь:**

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1  
+7 (499) 263-60-45  
[press@bmstu.ru](mailto:press@bmstu.ru)  
[www.baumanpress.ru](http://www.baumanpress.ru)