

»» Информационное обеспечение

УДК: 004.896:007.52:615.47

МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АВТОНОМНЫМ МОБИЛЬНЫМ СЕРВИСНЫМ МЕДИЦИНСКИМ РОБОТАМ

Д.А. Рогаткин¹, Л.Г. Лапаева²

¹Д.т.н., Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» (ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского»), заведующий лабораторией, 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, тел.: +7(495)681-89-84, rogatkin@monikiweb.ru

²К.т.н., ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского», с.н.с., 129110, Москва, ул. Щепкина, д. 61/2, тел.: +7(495)631-05-55, lapaveva@medphyslab.com

Аннотация

Анализируются проблемы разработки специализированных разделов медико-технических требований (МТТ) к автономным мобильным сервисным медицинским роботам. Обосновывается ключевая роль требований к программному обеспечению роботов, в том числе требований к внутренней модели мира робота. Формулируются необходимые разделы специализированных МТТ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №14-08-01127.

Ключевые слова

Медицина, сервисный робот, медико-технические требования, модель мира.

MEDICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR AUTONOMOUS MOBILE SERVICE MEDICAL ROBOTS

D.A. Rogatkin¹, L.G. Lapaveva²

¹Doctor of Technical Science, Regional Research and Clinical Institute named after M.F. Vladimirovsky (MONIKI named after M.F. Vladimirovsky), Head of Laboratory, 61/2, Shepkina ul., Moscow, 129110, Russia, tel.: +7(495)681-89-84, rogatkin@monikiweb.ru

²PhD in Technical Sciences, MONIKI named after M.F. Vladimirovsky, Senior Research Scientist, 61/2, Shepkina ul., Moscow, 129110, Russia, tel.: +7(495)631-05-55, lapaveva@medphyslab.com

Abstract

Problems of development of special sections of medico-technical requirements (MTR) to autonomous mobile service medical robots are analyzed. The key role of software requirements, including requirements to the internal world model of the robot, is substantiated. Needed sections and subsections of the specialized MTR are formulated.

This work is supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant no. 14-08-01127.

Key words

Medicine, service robot, medical-technical requirements, world model.

Введение

Рынок медицинских роботов начал свой активный рост с конца 1990-х годов [1-5]. Если верить тысячам рекламных роликов, выставкам робототехники и публикациям в научно-популярных журналах, умные и автономно работающие медицинские роботы буквально со дня на день должны заполнить все наши больницы и клиники. Наиболее массовое распространение могут получить в учреждениях здравоохранения автономные мобильные сервисные медицинские роботы (АМСМР), выполняющие транспортные и информационно-телекоммуникационные функции – функции транспортировки лекарств, телеприсутствия, справочно-информационного обеспечения и пр. [2, 5, 6]. Первым прообразом АМСМР

стал опытный образец транспортного робота «AMScag», который появился в середине 1970-х в больнице города Fairfax (США). Он перевозил контейнеры с подносами для питания больных [7]. С этого момента идея внедрения АМСМР в здравоохранение буквально витает в воздухе, т.к. в медицине нужно выполнять множество рутинных транспортных, поисковых и других вспомогательных процедур. В интернете и журналах сегодня можно встретить уже сотни статей, посвященных различным АМСМР. Это и проект «HelpMate» - транспортный робот-помощник для доставки различных лекарств, анализов, материалов и историй болезни внутри клиники [8], и российский робот телеприсутствия «R-Bot» [9], и проекты роботов телеприсутствия «RP-7» and «RP-8» (информа-

ционные роботы-манипуляторы, позволяющие врачу общаться с пациентом, находясь в любой точке земного шара [2, 5]), и другие аналогичные проекты. Последнее поколение роботов семейства «RP» - роботы серии «RP-VITA» - по информации их производителя в 2013 г. получило одобрение FDA (Food Drug Administration) и реально начало внедряться в клиники [10]. Указывается, что роботы «RP-VITA» могут самостоятельно передвигаться по территории госпиталя, находить заданную комнату и пациента без участия человека. Доктору надо только нажать нужную кнопку, указав цель. Как же создать такого робота?

Хорошо известно, что разработка любого технического устройства начинается с технического задания (ТЗ), содержащего конкретные технические требования к устройству в целом, к его отдельным частям и блокам, включая требования к алгоритмам и программному обеспечению. Для изделий медицинской техники таким ТЗ являются медико-технические требования (МТТ), разрабатывать которые должны совместно разработчик и медицинский исполнитель разработки (медицинское учреждение). Регламентируются МТТ ГОСТ Р 15.013-94 с Приложением «В» к нему [11]. Помимо общих требований по порядку разработки любых изделий медицинской техники, требований по составу изделия и т.п., большой объем в МТТ должны составлять специализированные требования, присущие только данному конкретному типу изделий или некоторому классу изделий с

конкретным функциональным назначением. АМСМР – полноценное электронно-механическое изделие медицинского назначения. Однако сегодня в мире нет, видимо, ни одной публикации, обсуждающей проблему грамотной и научно обоснованной формулировки МТТ к таким роботам. Данному вопросу посвящена эта статья. Но прежде чем обсуждать разделы и пункты специализированных МТТ (СМТТ) к АМСМР, необходимо уточнить, о каком изделии идет речь, какие предполагаются у него функциональные возможности, «обязанности» в клинике и т.д.

Концепция функционирования сервисных роботов в клинике

В рамках данной концепции под термином сервисный медицинский робот понимается некое компактное, многофункциональное, подвижное и автономно функционирующее электронно-механическое устройство, которое работает в условиях учреждения здравоохранения и предназначено для выполнения внутри этого учреждения различных транспортных, поисковых и информационных задач, т.е. для выполнения различных поручений, связанных с поиском объектов, взаимодействием с объектом, получением информации об объекте, хранением этой информации, ее обработкой и сообщением человеку. Общая стратегия поведения АМСМР (рис. 1) в клинике может быть тогда формально на инженерно-техническом языке представлена так [6]:



Рисунок 1 - Концепция функционирования сервисных медицинских роботов в клинике

Все задачи роботом решаются алгоритмически за счет его перемещения в переменной внешней среде внутри замкнутого помещения путем поиска и уста-

новления последовательных контактов с внешними объектами взаимодействия (врач, пациент, прибор, предмет мебели и т.п.), которые заложены в него в

виде наборов переменных для опознавания и взаимодействия. Робот перемещается по клинике и стремится к решению поставленной ему оператором (врачом, пациентом) конкретной задачи T_i в заданный отрезок времени. По мере его движения возникают переменные ситуации S_i , включая нештатные ситуации (например, перегорожен необходимый проход), из которых АМСМР должен выходить автономно, без участия человека, ставя себе самому промежуточные ситуационные цели и подзадачи t_{ij} и формируя ситуационную стратегию поведения Str_{ij} и ситуационные целевые функции Q_{ij} (обход препятствия, подзарядка аккумулятора и пр.). В крайнем случае неразрешимой для АМСМР ситуации робот может полностью остановиться и выдать сигнал бедствия (беспомощности).

Медико-технические требования

В рамках проводимой нами работы была проанализирована возможность формулировки на современном этапе полноценных СМТТ к таким АМСМР в соответствии с [11]. Было установлено, что все СМТТ к АМСМР функционально можно разбить на 5 основных разделов с разным «весом» по сложности каждого раздела (рис. 2):

1. Требования к функциональному назначению и функциональным возможностям АМСМР в клинике (п.6 согласно [11], Приложение «В»).

2. Требования к аппаратному оснащению и конструктивному исполнению АМСМР (п. 7.1-7.2, п.7.6 и др. согласно [11], Приложение «В»).

3. Требования к программному обеспечению АМСМР (такие пункты полностью отсутствуют в [11]).

4. Требования к среде обитания и условиям эксплуатации (7.3, Приложение «В»).

5. Требования по безопасности АМСМР (п.7.4, Приложение «В»).

Некоторые из этих требований, очевидно, могут быть сегодня достаточно легко формализованы и описаны, например, требования к среде обитания робота [12]. Однако в части программного обеспечения (ПО) наша жизнь ушла далеко вперед. ГОСТ с 20-летним «стажем» уже заметно отстает от реальных потребностей современного медицинского приборостроения. В нем не предусмотрены никакие ключевые требования по ПО приборов, хотя программные средства сегодня играют все более существенную роль не только в роботостроении, но и в приборостроении в целом. Более того, проблемы формулировки СМТТ для АМСМР на этом далеко не исчерпываются. Согласно концепции (рис. 1), робот должен уметь самостоятельно делать многие практические вещи: «понимать» и автономно решать поставленную задачу, в случае возникновения видеть новую проблему, распознавать ситуацию (скажем, есть ли искомый объект в комнате), уметь общаться, менять план действий. В частности, например, передавая послание (указание, сообщение) от одного человека к другому (от врача к пациенту и наоборот), АМСМР должен не просто как магнитофон воспроиз-

вести заложенную в него информацию, а должен еще и определить, слушает ли его человек, воспринял ли он услышанное, понял ли и т.д. В случае необходимости переспросить. В противном случае робот превращается в игрушку-автомат, результат действия которого необходимо постоянно контролировать и перепроверять.



Рисунок 2 – Разделы СМТТ к АМСМР

Одним словом, для клиник в качестве АМСМР требуются некие «разумные» машины, способные действительно заменять в ряде ситуаций человека. В теории искусственного интеллекта такие системы классифицируются как динамические интеллектуальные системы, действующие на основе правил, рассуждений и (или) прецедентов [13]. Но как это должно быть отражено в СМТТ на технически формализованном языке? Мы попробовали найти ответ на этот вопрос, моделируя различные ситуации.

В части требований к функциональным возможностям и назначению АМСМР (раздел 1) наши исследования показали необходимость введения таких пунктов СМТТ:

- список функций назначения АМСМР в клинике (транспортные функции, поисковые, контроля окружающей среды) и описание их конкретных параметров;
- требования к функциональным возможностям и способу передвижения АМСМР в клинике (антропидный тип, колесный, гусеничный и т.д.);
- требования к функциональным возможностям интерфейса «робот-врач» (голосовой интерфейс, дистанционный через интернет, визуальный на экране и т.п.) со списком понятий и команд, которые должен уметь распознавать и «понимать» АМСМР;
- требования к функциональным возможностям системы распознавания предметов, образов и сцен (список различаемых роботом предметов, объектов, сцен, штатных и нештатных ситуаций, а также возможных сценариев развития событий);
- требования по функционированию (поведению) робота в той или иной штатной или нештатной ситуации.

В части требований к конструктивному исполнению (раздел 2) АМСМР исследования показали необходимость введения следующих пунктов СМТТ:

- требования по аппаратному составу АМСМР (требования содержания конкретных аппаратных узлов и блоков: телекамер, манипуляторов, зарядной станции);
 - требования по габаритам и массе робота, включая габариты транспортных отсеков и грузоподъемность робота для транспортных функций (при их наличии);
 - требования к техническим характеристикам передвижения (скорость, углы разворота, инерция и т.д.), включая ситуации «с грузом» и «без груза»;
 - требования к техническим характеристикам манипуляторов (рук), если есть (степени свободы, грузоподъемность, скорость захвата и пр.);
 - требования к количеству, типам и техническим характеристикам внешних и внутренних сенсорных систем АМСМР (системы одометрии, дальнометрии и т.п.);
 - технические требования к мобильным средствам связи АМСМР и средствам доступа робота к сети Интернет;
 - требования к устройствам предупредительной звуковой сигнализации робота (способы подачи сигналов «авария», «уступите дорогу», громкость);
 - требования к энергопотреблению робота, требования к системе автономной подзарядки робота и способу его парковки в ней;
 - требования к материалам и краскам внешнего корпуса АМСМР (требования нетоксичности используемых материалов и красок, требования по дезинфекции поверхности робота и других частей, контактирующих с человеком).
- Работа всех аппаратных средств АМСМР и выполнение им всех функций по сформулированной концепции невозможны без специального «интеллектуального» ПО робота. Поэтому СМТТ к роботу должны обязательно содержать (раздел 3):
- требования к платформе для разработки и отладки ПО робота (платформы LabView Robotics Module, Microsoft robotics studio, OROCOS и др.);
 - требования к составу разрабатываемого ПО (ПО центрального бортового компьютера, ПО отдельных микроконтроллеров, библиотеки подпрограмм);
 - требования к алгоритмам работы интерфейса «врач-АМСМР», требования к распознаванию действий врача: распознавание речи, знаков, требования по допустимым ошибкам распознавания;
 - требования к алгоритмам распознавания внешних объектов, образов и ситуационных сцен по сигналам с сенсорных систем робота (формулировка и описание распознаваемых признаков объектов, сцен и сценариев развития ситуации), требования по допустимым ошибкам распознавания, требования по представлению результатов распознавания и их инкорпорированию во внутреннюю модель мира робота;

- требования к собственно внутренней модели мира робота, к набору ее функциональных элементов, к их классификационным признакам, функциональным взаимоотношениям (семантическим связям), к возможности имитации разных ситуаций;

- требования к планировщику заданий и алгоритму расстановки приоритетов;

- требования к алгоритму работы робота в каждой возможной штатной и нештатной ситуации (остановка, выключение, перемещение в заданное помещение, подача сигнала «запрос помощи у человека», самостоятельное решение проблемы).

В части требований к среде обитания и условиям эксплуатации АМСМР (раздел 4) необходимо, в первую очередь, сформулировать требования к специальной подготовке помещений и предметов среды обитания робота (наличие системы открывания дверей, нанесение навигационных разметок, наличие у приборов блоков дистанционного управления ими от АМСМР и т.п.), к ландшафту территории обитания АМСМР (допустимые уклоны, ширина дверных проемов, наличие лифтов и т.п.), к климатическому исполнению АМСМР (при отклонении от нормальных условий эксплуатации).

Отдельное большое внимание должно быть уделено в СМТТ формулировке требований по безопасности АМСМР (раздел 5):

- требования по электробезопасности всех систем робота, включая систему подзарядки АМСМР в ситуации с роботом и без;

- требования по безопасности АМСМР для людей и среды его обитания при движении робота по территории (защита от столкновений, наездов и т.п.);

- требования аппаратной защиты от несанкционированного доступа к внутренним блокам робота для исключения вывода его из строя и перепрограммирования, а также требования к алгоритмам защиты ПО и защиты системы команд АМСМР от попыток несанкционированного управления роботом;

- требования к алгоритмам постоянного периодического самотестирования всех аппаратных и программных средств АМСМР для выявления возможных сбоев в их работе и потенциальных опасностей для человека;

- требования по недопустимым сбоям в работе ПО АМСМР, которые могут привести к аварии и опасности для окружающих людей и предметов.

Следствия и обсуждение

Как видно, большинство из этих требований настолько объемны и сформулированы пока еще настолько в общем виде, что их формальное инженерно-техническое изложение в виде разработки полноценных СМТТ остается пока за гранью возможного. Именно это, на наш взгляд, во многом определяет существующую сегодня огромную дистанцию между образом необходимого нам интеллектуального АМСМР и реальными рекламными и демонстрационными разработками роботов на практике. Только теоретически решив задачу формали-

зации и детальной проработки всех пунктов СМТТ, указанных выше, можно надеяться, что мы сможем профессионально подойти к собственно разработке реального «интеллектуального» АМСМР.

Более того, вдумчивый анализ приведенных разделов и пунктов СМТТ показывает, что первичными требованиями для роботов такого класса являются требования к его ПО. Во многом требования к внутренней модели мира, алгоритмам и «интеллектуальным» функциональным возможностям робота действовать в разных штатных и нештатных ситуациях определяют дальнейшие частные требования к его системе распознавания предметов, образов и сцен, к функционированию тех или иных «органов чувств» робота (сенсоров), способу его передвижения и т.п. А уже эти требования, в свою очередь, определяют конкретные технические требования к аппаратной реализации этих функций. Таким образом, можно сформулировать главный методологический подход: начинать разработку АМСМР надо с требований к его функциональному назначению и к его ПО. Как было показано в [6], если мы хотим создать «разумную» машину, надо четко понимать, что «мыслить» робот об объектах внешнего мира и принимать решение может лишь в тех терминах и категориях, которые он сам умеет распознавать и классифицировать. Это определяет основное правило формирования набора переменных объектов внешнего и внутреннего мира робота: набор переменных определяется (ограничивается) органами чувств робота и его системой распознавания образов. Например, если робот снабжен лишь одним органом чувств в виде дальномера (лазерного или ультразвукового), то такой робот может только измерять геометрические размеры объектов и расстояния до них. Максимум, на что такой робот может быть способен, так это по контурной карте расстояний до объектов и заложенной в память робота исходной карте помещения распознать наличие мебели в комнате или контуры перемещающихся по ней людей. Распознать самих людей он сможет лишь в случае явного отличия их габаритных размеров друг от друга. Т.е. все его «представления» о внешнем мире при таком варианте конструкции органов чувств могут быть только метрическими, а цвет объектов, скажем, не может фигурировать в его картине мира. Одним словом, именно от заложенной в конструкцию сенсорной системы робота и сопряженной с ней системы распознавания образов, от их совместной способности к категоризации объектов внешнего мира и будет зависеть дальнейший облик всей «мыслительно-логической» начинки ПО АМСМР. И наоборот, если в СМТТ сформулирована необходимость иметь более сложную модель мира, обязательно следует увязать эти требования с СМТТ к системе распознавания образов и к бортовым органам «чувств».

Таким образом, ключевым элементом «интеллектуального» ПО АМСМР, определяющим большинство функциональных возможностей «разумного» робота, оказывается его модель мира. Она отражает

состояние окружающего мира в терминах, которые робот может воспринимать своими органами чувств (совместно с системой распознавания образов), и определяет всю понятийную систему категорий и правил мира, которыми оперирует этот робот. Она же (ее структура, заложенные в нее понятия, законы, принципы функционирования) во многом, видимо, диктует и необходимые СМТТ к сенсорным и исполнительным органам АМСМР. Более того, для достижения целевых функций «разумному» АМСМР необходимо не только умелое решение разных логических задач и распознавание внешних объектов и сцен, но и взаимная «увязка» всех его внутренних категорий мира между собой, понимание семантических связей между категориями, их истории развития и т.д. [14]. Здесь, видимо, следует выделять отдельный подраздел СМТТ и формулировать СМТТ уже к самой модели мира в этой ее части. Однако, как грамотно сформулировать на формальном инженерно-техническом языке СМТТ к этой части модели мира АМСМР сегодня, видимо, мало кто себе представляет. Это является одной из ключевых инженерно-теоретических задач всей современной робототехники, ибо неоднократно уже была подмечена схожесть проблем в разных разделах современной робототехники и, в частности, в сервисной робототехнике [15].

Заключение

Несмотря на многочисленные публикации о появлении в учреждениях здравоохранения по всему миру сервисных роботов-помощников (ассистентов), широкого внедрения в практической медицине они пока не получили. Основная причина – роботы не могут работать автономно. Медицинскому персоналу не нужны малой функциональности «роботы-игрушки» - манипуляторы и тележки, управляемые человеком. Им требуются полностью автономные машины, которым можно отдать команду и которые ее выполнят самостоятельно, в любой ситуации, без участия человека, вернутся и доложат о выполнении/невыполнении. Но как создать таких роботов? Очевидно, для этого требуется объединение в реальных конструкциях современных научных достижений и практической робототехники. Это один из ключевых этапов дорожной карты всей современной робототехники [16]. Но с чего начать? В данной работе рассмотрены и проанализированы основные пункты СМТТ, необходимые для создания полноценного АМСМР. Наибольший объем и трудность, как показал анализ, составляют требования к программным средствам АМСМР, ключевыми из которых являются требования к внутренней модели мира робота. Модель мира АМСМР отражает состояние окружающего робота мира в терминах, которые робот воспринимает совместно с системой распознавания образов своими органами чувств. Она определяет всю понятийную систему категорий и правил мира, которыми оперирует робот. Она же (ее структура, заложенные в нее понятия, законы, принципы функционирования и т.д.) во многом диктует и необходи-

мые требования к сенсорным и исполнительным органам робота, определяет в целом его функциональные возможности. Таким образом, разработка СМТТ к внутренней модели мира робота – один из первых, необходимых и ключевых этапов работ по созданию «разумных» АМСРР.

Литература

1. Taylor R. H. A perspective on medical robotics // Proc. IEEE, Special issue "Medical Robotics", Ed. By T. Kanade, B. Davis, and C.N. Riviere. – Vol.94. – No.9. – 2006. – Pp. 1652-1664.
2. Robotics for Healthcare // Final report of the study within framework of the eHealth activities of the EU Commission. – EUC Publishing. – 2010.
3. Саврасов Г.В. Основные направления развития медицинской робототехники / Г.В. Саврасов, А.С. Ющенко // Мехатроника. – № 4. – 2000. – С. 34-39.
4. Саврасов Г.В. Тенденции развития медицинской робототехники // Биомедицинская радиоэлектроника. – № 10. – 2007. – С. 42-46.
5. Краевский С.В., Медицинская робототехника: первые шаги медицинских роботов / С.В. Краевский, Д.А. Рогаткин // Технологии живых систем. – Т.7, – №4 – 2010. – С. 3-14.
6. Рогаткин Д.А., Концепция автономных мобильных сервисных роботов для медицины / Д.А. Рогаткин, Д.Г. Лапитан, Л.Г. Лапаева // Биомедицинская радиоэлектроника. – №5, 2013. – С. 46-56.
7. Накано Э. Введение в робототехнику // Пер. с японского под ред. А.М. Филатова – М.: Мир. – 1988. – 334 с.
8. Evans M. Helpmate: An autonomous mobile robot courier for hospitals // Proc. Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS '94), Munich, Germany, September 12-16. – 1994. – Pp. 1695-1700.
9. Рогаткин Д.А., Роботы: неминуемое нашествие / Д.А. Рогаткин, Д.Г. Лапитан // Химия и жизнь. – №3. – 2013. – С. 34-39.
10. Our Solutions [Electronics resource] // InTouch Technologies: [site]. – URL : <http://www.intouchhealth.com/products-and-services/products/> (дата обращения : 18.03.2016)
11. ГОСТ Р 15.013-94. Медицинские изделия. Система разработки и постановки продукции на производство. – М.: Госстандарт. – 1994.
12. Рогаткин Д.А., Среда обитания сервисных медицинских роботов в клинике / Д.А. Рогаткин, Д.Г. Лапитан // Ползуновский вестник. – №2. – 2013. – С. 233-238.
13. Осипов Г.С. Лекции по искусственному интеллекту. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ». – 2014.
14. Rogatkin D., Lapaeva L., Bychenkov O. Autonomous mobile medical service robot: scenarios of behavior and a world model // Proc. of 4-th Int. Conference on Biomedical Engineering and Biotechnology (ICBE2015), China. – 2015. – Pp. 9-10.
15. Крючков Б.И. Концептуальные подходы к применению сервисных роботов: общность проблем внедрения (на примерах пилотируемой космонавтики и высокотехнологической медицины) / Б.И. Крючков [и др.] // Биотехносфера. – №6(30). – 2013. – С. 48-59.
16. Mastrogiovanni F., Chong N. Y. The need for a research agenda in intelligent robotics // Intelligent Service Robotics. – No.6. – 2013. – Pp. 1-3.

References

1. Taylor, R. (2006). A Perspective on Medical Robotics. *Proceedings of the IEEE*, 94(9), pp.1652-1664.
2. EU Commission, (2010). *Final report of the study within framework of the eHealth activities of the EU Commission*. Robotics for Healthcare. EUC Publishing.
3. Savrasov, G. and Yushchenko, A. (2000). Osnovnye napravleniya razvitiya meditsinskoj robototekhniki [Basic trends of medical robotics development]. *Mekhatronika*, 4, pp.34-39.
4. Savrasov, G. (2007). Tendentsii razvitiya meditsinskoj robototekhniki [Development trends of medical robotics]. *Biomeditsinskaya radioelektronika [Biomedical electronics]*, 10, pp.42-46.
5. Kraevsky, S. and Rogatkin, D. (2010). Meditsinskaya robototekhnika: pervye shagi meditsinskikh robotov [Medical robotics: the first steps of medical robots]. *Tekhnologii zhivykh sistem - Technologies of Living Systems*, 7(4), pp.3-14.
6. Rogatkin, D., Lapitan, D. and Lapaeva, L. (2013). Kontseptsiya avtonomnykh mobil'nykh servisnykh robotov dlya meditsiny [Conception of the mobile autonomous service medical robots]. *Biomeditsinskaya radioelektronika [Biomedical electronics]*, 5, pp.46-56.
7. Nakano, E. (1988). *Vvedenie v robototekhniku [Introduction into robotics]*. Moscow: Mir Publ., p.334.
8. Evans, M. (1994). An autonomous mobile robot courier for hospitals. In: *Proc. Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS '94)*. pp.1695-1700.

9. Rogatkin, D. and Lapitan, D. (2013). Roboty: neminuemoe nashestvie [Robots: Inevitable invasion]. *Chemistry and Life [Khimiya i zhizn]*, 3, pp.34-39.
10. InTouch Health. (2015). *Patient Access Devices for telehealth consults and monitoring*. [online] Available at: <http://www.intouchhealth.com/products-and-services/products/> [Accessed 18 Mar. 2016].
11. State Committee for the Russian Federation for Standardization and Metrology, (1994). *GOST R 15.013-94. Meditsinskie izdeliya. Sistema razrabotki i postanovki produktsii na proizvodstvo [Medical products. System of product development and launching into manufacture]*. Moscow: Gosstandart.
12. Rogatkin, D. and Lapitan, D. (2013). Sreda obitaniya servisnykh meditsinskikh robotov v klinike [Environment for service medical robots in clinic]. *Polzunovskiy vestnik*, 2, pp.233-238.
13. Osipov, G. (2014). *Leksii po iskusstvennomu intellektu [Lectures on artificial intelligence]*. Moscow: Knizhnyy dom «LIBROKOM».
14. Rogatkin, D., Lapaeva, L. and Bychenkov, O. (2015). Autonomous mobile medical service robot: scenarios of behavior and a world model. In: *Proc. of 4-th Int. Conference on Biomedical Engineering and Biotechnology (IC-BEB2015)*. pp.9-10.
15. Kryuchkov, B., Karpov, A., Polyakov, A., Rogatkin, D. and Usov, V. (2013). Kontseptual'nye podkhody k primeneniyu servisnykh robotov: obshchnost' problem vnedreniya (na primerakh pilotiruemykh kosmonavtiki i meditsiny) [Conceptual Approaches for Using Service Robots: Common Problems of Implementation (On the Example of Manned Space Exploration and High-Tech Medicine)]. *Biotekhnosfera*, 6, pp.48-59.
16. Mastrogiovanni, F. and Chong, N. (2013). The need for a research agenda in intelligent robotics. *Intelligent Service Robotics*, 6(1), pp.1-3.

Информация

Состоялось расширенное совещание по вопросам привлечения вузов в интересах развития морской робототехники



19 апреля 2016 г. в ЦНИИ робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК, Санкт-Петербург) состоялось расширенное совещание, посвященное привлечению вузов для выполнения задач в интересах развития морской робототехники и ВМФ в целом. Организаторами мероприятия выступили Санкт-Петербургский научный центр РАН (СПб НЦ РАН), Университет ИТМО и ЦНИИ РТК.

В повестку дня совещания вошли вопросы об актуальных направлениях исследований вузов и наиболее важных разработках в интересах ВМФ.

На открытии совещания с приветственным словом к гостям и участникам обратился директор-главный конструктор ЦНИИ РТК А.В. Лопота.

С вступительным словом о ключевых задачах в сфере повышения обороноспособности за счет привлечения научно-технических заделов российских вузов обратился директор СПб НЦ РАН А.Г. Фандеев.

В работе заседания приняли участие представители Минобороны России, специалисты ведущих российских образовательных и научно-исследовательских организаций, крупнейших отечественных компаний в области морской робототехники.

Участники совещания обсудили имеющиеся научно-технические заделы вузов в интересах ВМФ, а также возможные механизмы привлечения вузов к выполнению задач, связанных с повышением обороноспособности страны.

Завершили расширенное совещание обсуждением представленных докладов.