

## **Роботы в медицине. Научный, экономичный и социальный эффекты от их применения.**

УДК: 338.001.36

Мухачева Е.Д.

Московский Авиационный Институт, Москва, e-mail: [ekatedm.98@yandex.ru](mailto:ekatedm.98@yandex.ru)

В эпоху развития науки и техники появляется множество различных нововведений в самых различных областях. Сегодня уже мало кто может представить свою жизнь без роботов или робототехнических систем. Они прочно заняли места во многих сферах нашей жизни, космические исследования, системы безопасности, производство различного оборудования, учеба.... Применение роботов в различных аспектах деятельности привело к тому, что многие дети и взрослые сегодня не прочь завести себе механического друга. Так как здравоохранение – одна из самых прогрессивных сфер, то и медицина не может отказаться от применения труда роботов. Появляются новые сложнейшие аппараты для жизнеобеспечения человека, миниатюрные измерители сахара в крови, электронные измерители пульса и давления. Таким образом темпы внедрения медицинских роботов в повседневной работе медиков стремятся к уровню промышленной робототехники. Это не может не повлиять на экономику как отдельных медицинских учреждений, так и экономику здравоохранения в целом. Также большой спрос положительно сказывается на научных достижениях во многих сферах. И невозможно не обратить внимание на то, к каким социальным эффектам приводит современная тенденция увеличения числа роботов в медицине.

Ключевые слова: наука, роботы, робототехника, технологии, медицина, научный эффект, социальный эффект, экономический эффект.

## **Robots in medicine. Scientific, economical and social effects of their application.**

Mukhacheva E.D.

Moscow Aviation Institute, Moscow, e-mail: [ekatedm.98@yandex.ru](mailto:ekatedm.98@yandex.ru)

In the era of development of science and technology there are many different innovations in various fields. Today, few people can imagine their lives without robots or robotic systems. They have firmly taken place in many areas of our lives, space research, security systems, production of various equipment, education. The use of robots in various aspects of activity has led to the fact that many children and adults today are not averse to make a mechanical friend. Since health care-one of the most progressive areas, the medicine can not abandon the use of labor robots. There are new sophisticated devices for human life support, miniature blood sugar meters, electronic heart rate and pressure meters. In that way, the pace of implementation of medical robots in the daily work of physicians tend to the level of industrial robotics. This cannot but affect the economy of individual medical institutions and the health care economy generally. Also, great demand has a positive impact on scientific achievements in many areas. And it is impossible not to pay attention to what social effects leads to the current trend of increasing the number of robots in medicine.

Keywords: science, robots, robotics, technologies, medicine, scientific effect, social effect, economic effect.

## Введение.

В эпоху развития науки и техники появляется множество различных нововведений в самых различных областях. Сегодня уже мало кто может представить свою жизнь без роботов. Они прочно заняли места во многих сферах.

Космороботы активно используются человеком в освоении просторов Вселенной – механизмы собирают образцы почвы и исследуют новые пространства в условиях повышенной радиации и экстремальных температур. Не менее успешно роботизированные системы применяют в сфере безопасности: устройства оперативно обнаруживают пожароопасные ситуации и успешно предотвращают их. Автоматизированные промышленные роботы применяются для сварки, укладки, покраски и прочих операций, требующих многократного повторения и высокой точности. Так же в последнее время пользуется все большей популярностью «умный дом» – автоматизированная сеть, контролирующая электричество, водоснабжение, безопасность и другие системы. И так можно до бесконечности перечислять роботов, которые помогают сделать нашу жизнь качественнее, интереснее и безопаснее. А так как здравоохранение – одна из самых прогрессивных сфер, то и медицина не может отказаться от применения труда роботов. Появляются новые сложнейшие аппараты для жизнеобеспечения человека. Многие используют миниатюрные измерители сахара в крови, электронные измерители пульса и давления. Таким образом темпы внедрения медицинских роботов в повседневной работе медиков стремятся к уровню промышленной робототехники.

## Зачем нужны медицинские роботы?

Медицина очень обширная наука, с множеством разделов, которые можно автоматизировать. Прежде всего к ним можно отнести диагностику. Сейчас существует большое количество программ, благодаря которым врачи стали быстрее и точнее ставить диагнозы. Также многие процедуры, проводимые раньше врачами, сейчас можно доверить роботам. В наше время сложно представить обучение молодых специалистов без применения робопациентов, целой группы роботов-тренажеров для обучения врачей и другого медицинского персонала. Такие тренажеры имитируют пациента - целиком или только относящийся к теме обучения "фрагмент". Есть роботы, призванные облегчить труд младшего медицинского персонала, например. Нельзя не вспомнить про робопротезы предназначенные для постоянного ношения людьми с ограниченной мобильностью. В медицине можно найти еще множество

областей применения, в которых труд роботов необходим и полезен. Но большинство медицинских роботов можно будет разделить на три группы: больничные роботы, робототехника для реабилитации и протезирования и поддержка специалистов и ассистивные роботы.

## Больничные роботы

Как и во многих других сферах, робототехника в медицине помогает врачам с решением однотипных задач, отнимающих много сил и времени, но не требующих значительных мыслительных усилий или принятия решений. К таковым можно отнести регистрацию пациентов, работу с электронными картами, предоставление справочной информации. Робосекретарей уже сейчас разработано достаточно много, и используются они в самых разных отраслях. Впрочем, некоторые устройства, способные работать в качестве секретарей, разработаны специально для медицинской сферы. Например, Hospi от Panasonic снабжен защищенной камерой для перевозки лекарств или документов, которую можно открыть только ID-картой. Помимо работы в стиле «Поддай – принести», на службе в больнице или поликлинике это устройство может отвечать на вопросы пациентов и посетителей и сопровождать их в нужное место. В память каждой машины можно загрузить поэтажные планы любого лечебного учреждения. Система сенсоров помогает роботу избегать столкновений с людьми и предметами. При необходимости маршруты и схемы помещений в «мозгу» робота можно легко заменить. Такой робот можем заменить несколько работников медицинского персонала и за несколько лет окупить свою стоимость, ведь ему не нужен отдых, отпуск, медицинская страховка.

Так же пригодятся медучреждениям и специализированные «курьеры», развозящие лекарства, инструменты, белье, еду и все прочее, что только может быть перевезено. Одни из наиболее известных таких машин – TransCar LTC 2. Он представляет собой платформу, на которую можно поставить в том числе объемные контейнеры. Или Tug напоминающий передвижной шкафчик.

В свою очередь, Omnicell M5000 оптимизирует работу с лекарствами. Данная машина формирует соответствующие «наборы» для каждого пациента на несколько дней, раскладывая таблетки и капсулы по блистерам. Скорость Omnicell M5000 – 50 наборов в час, когда как у специалиста-человека в среднем – 4 набора в час. Пациентам робот помогает тем, что фасует лекарства согласно назначениям врача.

Также робот IBM Watson - онколог-диагност оказывает неоценимую помощь специалистам. Этот суперкомпьютер оснащен сразу 90 серверами по четыре процессора, в каждом из которых установлено по восемь ядер. Оперативная память робота составляет шестнадцать терабайт. «Ватсон» - это онколог, который способен ставить диагнозы за короткое время. Агрегат оснащен отличным искусственным интеллектом, благодаря чему он способен быстро считывать информацию и делать необходимые выводы. Робот за считанные минуты обрабатывает до 600 000 медицинских справочников и других необходимых для диагностирования документов. Врачу остается загрузить в память робота историю болезни пациента и получить вероятный диагноз.

## Робототехника для реабилитации и протезирования

Также достаточно интересной областью медицинской робототехники являются мускульные роботы. Они применяются для стимуляции мышечных клеток. Работают такие микроскопические агрегаты посредством электрических импульсов, которые они передают. Сами роботы представляют собой своего рода хребты, изготовленные из гидрогеля. Они работают по такому же принципу, что и в организме млекопитающих. В случае с микророботом этот процесс происходит благодаря электрическому заряду. Вполне возможно, что подобные материалы начнут использоваться уже в протезах нового поколения, которые смогут обеспечить уровень контроля гораздо выше, чем обеспечивают нынешние протезы. Еще важным направлением робототехники является реабилитационная робототехника включает такие устройства, как протезы или, например, роботизированные экзоскелеты или ортезы, которые обеспечивают тренировку, поддержку или замену утраченных активностей или нарушенной функциональностей человеческого тела и его структуры. Постоперационное восстановление, особенно в ортопедии, согласно прогнозам, будет основной сферой применения таких роботов. Примерами экзоскелетов являются ExoAtlet (ЭкзоАтлет), ExoAtlet Albert (ЭкзоАтлет, Альберт) действующие прототипы медицинского экзоскелета для постоянного ношения, ExoLite прототип экзоскелета для нижних конечностей и ExoMeasure, прототип пассивного экзоскелета для нижних конечностей. Все они произведены в России. Также и зарубежные Cyberdyne HAL 3 (Япония), Ekso Bionics Ekso (США), ReWalk (Израиль) и другие.

Не менее важной и перспективной областью, на мой взгляд, является нейро-реабилитация. В настоящее время используется немного роботизированных устройств для нейро-реабилитации, поскольку еще не удалось обеспечить их широкого распространения. Робототехника используется для после-инсультной реабилитации в после-острой фазе и других нейро-

моторных патологий, таких, как болезнь Паркинсона, множественный склероз и атаксия. Позитивные результаты с использованием роботов (не хуже или лучше, чем при использовании традиционной терапии) в реабилитационных целях начинают подтверждаться результатами исследований. Примером такой системы является сеть COST TD1006.

Как видно, различное протезирование развивается в медицине очень быстрыми шагами. Что помогает делать жизнь и врачей, и пациентов намного проще и счастливее. Я думаю, что потенциал данной области еще не раскрыт даже на половину, и дальнейшие исследования и разработки смогут принести много пользы в развитие медицины.

## Поддержка специалистов и ассистивные роботы.

Одной из самых современных и передовых технологий в медицинской робототехнике, на мой взгляд, является робот под названием «Да Винчи». Он может применяться в кардиологии, гинекологии, урологии и общей хирургии, был продемонстрирован медицинским центром и отделением хирургии университета штата Аризона. На сегодняшний день этот самостоятельный механизм весом 500 кг, оснащенный четырьмя «руками», способен справляться с огромным количеством задач. Три его конечности оснащены миниатюрными инструментами для выполнения сложнейших операций. На четвертой «руке» находится крошечная видеокамера. Во время операции с «да Винчи» хирург находится за пару метров от операционного стола за компьютером, на мониторе которого представлено трехмерное изображение оперируемого органа. Благодаря современному джойстику врач может выполнять сложнейшие манипуляции с ювелирной точностью. Стоит также отметить, что «руки» агрегата немного отличаются от человеческих кистей тем, что манипуляторы способны работать в режимах. Кроме этого, искусственные «пальцы» не устают и могут мгновенно замирать, если оператор случайно отпустит пульт управления.

Еще одним интересным и самым милым медицинским роботом, которого создали для психологической поддержки является «ПАРО». Этот помощник работает в качестве зоотерапевта. Внешне он был создан в виде детеныша тюленя. Наружная оболочка робота изготовлена из мягкого материала, который напоминает натуральную белую шкуру реального животного. Внутри он набит всевозможными датчиками (прикосновения, температуры, света, положения, звука и прочего). Этот полноценный искусственный интеллект прекрасно осознает, где он находится, способен откликаться на присвоенное ему имя. В будущем данные роботы будут направлены в дома престарелых, детские сады и

реабилитационные центры для помощи людям, страдающим от психологических переживаний.

Я считаю, что развитие таких роботов, не менее важно, чем развитие хирургических систем и систем протезирования. Ведь для выздоровления очень важно психо-эмоциональное состояние пациента. Так же в современное время стали более распространены психологические заболевания и применение таких роботов способно уменьшить количество людей с слабой формой таких болезней.

## Научный эффект.

Рассматривая достижения в медицинской робототехнике, можно заметить, что с каждым годом увеличивается количество роботов, которые помогают врачам заботиться о пациентах. Только в Европе и США сегодня насчитывается в работе около 800 хирургических систем и их число только возрастает. На мой взгляд, это лучше всего показывает, что развитие умных систем не стоит на месте. С каждым годом эта область медицинского приборостроения пополняется все новыми и новыми идеями, разработками и взглядами на различные проблемы, причем с очень большой скоростью.

Научным эффектом от применения роботов можно назвать то, что увеличилось качество и быстрота прогнозирования различных заболеваний. Теперь мы можем проконсультироваться и начать поиск лечения почти в любом месте. Это является большим плюсом для людей, которые по той или иной причине не могут тратить большое количество времени на ожидание в очередях. Также это увеличивает количество свободного времени самого врача, что положительным образом будет влиять на его работу.

Новое поколение гибких роботов и инструментов, позволяют сократить размер входного разреза в человеческом теле или обойтись естественными отверстиями в человеческом теле для выполнения хирургических операций. Механические системы позволили значительно уменьшить разрезы и кровопотери при проведении операции, что в свою очередь, помогло сократить время проведения операций и послеоперационной реабилитации. Робото-ассистивные системы потенциально обеспечивают хирургу лучшее управление хирургическими инструментами, а также лучший обзор во время операции. Благодаря этому врачи теперь могут проводить более сложные хирургические вмешательства, которые по современной статистике увеличивают качество лечения.

Благодаря появлению роботов-манипуляторов новый импульс развития в XXI веке получила и лучевая терапия онкологических больных. Высокая точность позиционирования пучка ионизирующего излучения и возможность следить за подвижной мишенью критически важны при облучении опухоли на таких органах как мозг, сердце или легкие. Это позволяет использовать более сложные методы лечения и с каждым годом повышать число выздоровевших пациентов.

Создание большого количества манекенов-тренажеров позволяет развивать и создавать новые направления в лечении сложных заболеваний. Благодаря таким тренажерам, которые могут истекать кровью, хрипеть и стонать – то есть воспроизводить разные реальные реакции человека, повышается и качество обучения молодых специалистов. Это позволяет уменьшать количество врачебных ошибок и, в следствии, уменьшать количество смертей в больницах. Ведь медицина, это область, в которой непрерывно создаются и совершенствуются методы лечения и опробовать их на технологичных тренажерах гораздо менее опасно, чем на живых людях. В долгосрочной перспективе, использование обучающих систем в хирургии может сократить сложность проведения операции за счет увеличения потока полезной информации, которую хирург будет получать в ходе операции. Другие потенциальные преимущества включают возможность повышения уровня возможностей бригад парамедиков при проведении с помощью роботов стандартных клинических экстренных процедур в полевых условиях, а также проведение телехирургических операций на удаленных объектах, где есть только соответствующий робот и нет квалифицированного хирурга.

Набирает обороты и робототерапия детей больных аутизмом. Проблема отслеживания эмоционального состояния детей и адекватного автоматического реагирования на эти изменения вполне решаема. Это демонстрируют новейшие разработки, призванные помочь больным детям освоить социальные навыки.

С другой стороны, есть и минусы такие как множество технических проблем, связанных с ограничениями на размеры, емкость, связанных с окружающей средой и небольшим числом технологий, которые доступны для немедленного использования в больничных условиях.

Таким образом, медицинская робототехника существенно влияет на научное развитие медицины и, в какой-то мере, является тем, что задает направление для ее развития.

**Экономический эффект.**

Если проанализировать недавние профессиональные научные публикации по тематике медицинских роботов, а также последние информационные сообщения на популярных интернет порталах о медицинских применениях роботов, то можно заметить, что последние 2-3 года наблюдается резкий скачок в развитии рынка реальных медицинских роботов, поставляемых непосредственно для работы в клиники. Будущее, в котором в больницах работают всевозможные роботы, а также многочисленные инженеры по их технической поддержке, становится всё более реальным.

В последние годы во многих странах уже сложно представить больницы без роботов, так в США большинство крупных медицинских центров уже не работают без информационных систем, на которые приходится более 10% расходов больниц. В здравоохранении США объем расходов на информационные технологии составляет примерно 20 млрд. долларов в год. Особый интерес вызывают медицинские системы, которые непосредственно помогают врачу увеличить эффективность работы и повысить качество лечения больных. В теории, хирургический робот можно использовать почти 24 часа в день, заменяя бригады хирургов, которые с ним работают.

Для лучшего понимания, какой экономический эффект приносят роботы в больницы, можно рассчитать, за какой период окупается самый известный медицинский робот da Vinci:

При закупках в Россию стоимость робота в среднем составляет \$2.7 млн, данный робот используется во многих областях хирургии и стоимость операции с его использованием варьируется от 130 тыс. рублей (робот-ассистированная холецистэктомия в Клиническом центре Первого МГМУ им. И.М. Сеченова) до 2,5 млн рублей (Робот-ассистированная цистэктомия с ортотопической кишечной пластикой мочевого пузыря по Studer (Hautmann, Mansoura и т.п.) 2-й категории сложности в Европейском медицинском центре). Таким образом, средняя стоимость операции 426 тыс. рублей. На данный момент с использованием одного da Vinci планируется проводить около 100 операций в год. Тогда в год прибыль от операций будет примерно 42,6 млн.. Разделив стоимость робота на его прибыль получим 4 года, но так как данной системе будут нужны расходные материалы и учитывая оплату труда хирургов получаем, что один робот примерно окупается за 6 лет. Таким образом, получается, что медицинская робототехника не малое вложение средств, но та польза, которую они приносят полностью оправдывает, все затраты.

Я считаю, что в дальнейшей перспективе один робот сможет заменять несколько врачей разных категорий. Конечно, медицина не сможет стать полностью автоматизированной, но благодаря тому, что роботам не нужен отдых, перерывы на обед, они не подвержены



эмоциям и болезням, не нужно платить им зарплату, а в следствии, медицинскому учреждению не нужно будет платить с нее налоги. К примеру, в теории, хирургический робот можно использовать почти 24 часа в день, заменяя бригады хирургов, которые с ним работают. При средней зарплате врача в 50 тыс. в месяц (600 тыс. в год плюс 30% налоги, отпуск и спецодежда), медицинское учреждение тратит на него около 850 тыс. в год, так как робот сможет заменить несколько таких врачей, то даже при не низкой стоимости содержания он сможет приносить прибыль медицинским клиникам.

Экономический эффект, который приносят роботы, будет заключаться в том, что после окупания себестоимости, операции, проводящиеся с их помощью, смогут стать даже дешевле, чем сегодняшние, которые проводятся традиционным способом. В следствии, медицина станет более качественной и доступной для населения.

## Социальный эффект.

Положительными моментами социального эффекта являются:

- постепенный отход от ручного физического труда;
- сокращение времени работы;
- рост творческой составляющей в создании товаров и услуг и их продвижении;
- повышение материального уровня жизни трудоспособной части населения;
- бережное отношение к организму и его потребностям;

Ведь именно благодаря роботам, многие рутинные действия теперь выполняет не медицинский персонал. Разнос таблеток, координация внутри медицинского учреждения, несложные процедуры и многое другое предоставляются роботам. Увеличение точности проведения операций, возможность проводить учения на современных тренажерах, приводят к тому, что многие действия становятся гораздо короче по продолжительности. Что предоставляет врачам больше времени для других не мене полезных дел. Широкое применение медицинских роботов влияет на рост спроса на такие системы, что, в свою очередь увеличивает количество компаний, которые производят такую продукцию. А увеличение конкуренции способствует улучшению качества роботов. Ведь с каждым годом создаются и улучшаются системы, придумываются новые функции, что позволяет еще больше дел доверять роботам.

Но кроме положительных моментов, есть еще и отрицательные:

- рост уровня безработицы;
- разница между образом жизни богатых и бедных становится все более заметной;
- возрастающая роль кредитов – популяризация жизни «в долг»;

Ведь увеличение работы для роботов сказывается на том, что некоторые профессии становятся менее востребованы или совсем не нужны и люди теряют работу. Так же введение робототехнических систем совершенно не дешевое дело, и это отражается на том, что современное лечение становится доступным не для всех. Что в свою очередь заставляет людей брать различные кредиты на лечение.

Таким образом, социальный эффект роботов в медицине нельзя однозначно назвать положительным или отрицательным.

Но в наше время находится все больше и больше медицинских учреждений, которые покупают такие технологичные системы, так польза от них при правильном использовании компенсирует затраты.

## Заключение.

Видя, как быстро развиваются технологий, несложно сделать вывод о том, что в будущем роботы в медицине будут незаменимы. Они позволят медицинским учреждениям перейти на новый уровень диагностирования и лечения самых сложных заболеваний. При этом речь идет о большом спектре болезней, не исключая и психологические заболевания. Мир медицинских роботов вовсе не так однообразен, как может показаться неискушённому человеку. Более того, он активно развивается, идёт накопление идей, результатов экспериментов, ищутся наиболее эффективные подходы. И кто знает, возможно, ещё при нашей жизни слово «хирург» будет означать врача не со скальпелем, а с баночкой микророботов, которых достаточно будет проглотить или внедрить через капельницу. Роботы помощники играют огромную роль в современной медицине. Эта отрасль еще достаточно молода и находится на начальном этапе развития, но, несмотря на это некоторые разработки введены уже во всем мире, они успешно функционируют и приносят незаменимую помощь сотрудникам медицинских учреждений.

Главная проблема по моему мнению, что если в развитых странах с устойчивой положительной экономикой эти нововведения будут введены сразу после официальной массовой роботизации, то в развивающихся странах они поступят гораздо позже, а в странах третьего мира эти разработки весьма запоздятся и в ближайшем будущем там точно не будет этих уникальных разработок. Дело в том, что вся эта продукция очень дорогостоящая и для ее покупки нужны будут немалые финансирования, которые далеко не всем странам по плечу. Поэтому в будущем нужно поставить вопрос о снижении стоимости данной аппаратуры в пределах разумного, при помощи определенных конференций и заседаний глав правительств.

В заключении, можно сказать, что при всех минусах роботов, таких как дороговизна, сложность в эксплуатации, они имеют неоспоримые плюсы, благодаря которым их будут покупать как новые и современные частные центры, так государственные медицинские учреждения.

## Список использованной литературы.

1. <https://robo-sapiens.ru/stati/primenenie-robotov-v-medicine-5-interesnyih-primerov/> статья «применение роботов в медицине: 5 интересных примеров»
2. <http://fb.ru/article/366703/robotyi-v-medicine-obzor-sovremennyih-tehnologiy> статья «Роботы в медицине: обзор современных технологий»
3. <http://robotrends.ru/pub/1701/medicina-i-robototehnika> По материалам SPARK "H2020 - Robotics Multi-Annual-Roadmap ICT-2017B". Перевод на русский язык редакции RoboTrends.ru А.Бойко
4. <http://robotrends.ru/robopedia/zachem-nuzhny-medicinskie-roboty> Зачем нужны медицинские роботы? А.Бойко
5. Робототехника в медицине. ООО «ОЛМЕ» Санкт-Петербург., к.м.н. Вагин А.А.

