

# **СОДЕРЖАНИЕ**

---

## **ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ**

---

СИНДРОМ «НЕКУРАБЕЛЬНОГО» ГОЛОВОКРУЖЕНИЯ В ПРАКТИКЕ ВРАЧА МАНУАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ .....	3
А.Б. Ситель, А.Ю. Нefёдов, Л.Ю. Светайло, И.И. Белякова, Е.Н. Синицына, С.И. Лаушкин, В.О. Лесовой, А.В. Колосов, Д.А. Ситель	
ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ РАДИКУЛОДЕКОМПРЕССИИ .....	13
Н.Н. Зиняков, Н.Т. Зиняков	
БИОМЕХАНИКА ПОДВИЖНОСТИ РЕБЕР, ГРУДНОЙ КЛЕТКИ И ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ДЫХАНИИ .....	24
В.В. Ковров, А.М. Орел	
РОЛЬ ОККЛЮЗИОННЫХ НАРУШЕНИЙ В ПАТОГЕНЕЗЕ ГОЛОВНОЙ БОЛИ НАПРЯЖЕНИЯ .....	33
О.Г. Бугровецкая, К.С. Ким, Е.А. Бугровецкая, А.В. Диденко	
ПОСТУРАЛЬНЫЕ ДИСФУНКЦИИ У РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД С ПОЯСНИЧНЫМ РАДИКУЛЯРНЫМ И ПСЕВДОРАДИКУЛЯРНЫМ СИНДРОМАМИ, ОСТЕОПАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ .....	39
В.Н. Круглов, Д.Е. Мохов, А.В. Круглов, Д.В. Круглов	
МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО МАССАЖА С УЧАСТИЕМ МАССАЖИСТА И МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА .....	60
А.Е. Саморуков, В.Ф. Головин, М.В. Архипов, В.В. Журавлёв	
КОРРЕКЦИЯ ОСАНКИ У ПОДРОСТКОВ С СУБКЛИНИЧЕСКИМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ МАНУАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ .....	67
Д.Б. Парамонова, Б.И. Мугерман	
ЛЕЧЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ МЕТОДАМИ МАНУАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ И ПРИКЛАДНОЙ КИНЕЗИОЛОГИИ У СПОРТСМЕНОВ .....	72
Т.А. Шитиков	

## **ОБЗОР**

---

ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ ОСТЕОПАТИЯ .....	77
Д.Е. Мохов, А.Т. Марьинович	

## **ИНФОРМАЦИЯ**

---

УДК 615.82

# МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО МАССАЖА С УЧАСТИЕМ МАССАЖИСТА И МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА

А.Е. Саморуков<sup>1</sup>, В.Ф. Головин<sup>2</sup>, М.В. Архипов<sup>2</sup>, В.В. Журавлёв<sup>2</sup><sup>1</sup> ФГБУ Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии, Москва, Россия<sup>2</sup> Московский государственный индустриальный университет, Москва, Россия

## A TECHNIQUE OF THE PROPHYLACTIC MASSAGE WITH THE PARTICIPATION OF A MASSEUR AND A MANIPULATION ROBOTIC DEVICE

A.E. Samorukov<sup>1</sup>, V.F. Golovin<sup>2</sup>, M.V. Arkhipov<sup>2</sup>, V.V. Zhuravlev<sup>2</sup><sup>1</sup> Russian Research Center of Rehabilitation Medicine and Balneology, Moscow, Russia<sup>2</sup> Moscow state industrial university, Moscow, Russia

### РЕЗЮМЕ

В статье рассматривается методика выполнения профилактического массажа с участием манипуляционного робота. Эта методика частично аналогична методике мануального массажа, но учитывает возможности робота. В настоящее время в мире появляются специализированные роботы для выполнения массажа и намечается тенденция развития универсальных роботов-массажеров. Одним из них является робот МГИУ, имеющий позиционно-силовое и биотехническое управление и адаптирующийся к особенностям пациента. Особое внимание уделяется совместной работе робота и врача с пациентом и обеспечению безопасности пациента. Приводится анализ контингента пациентов, для которых может быть показан профилактический роботный массаж. В выводах предлагается комплекс аппаратных и программных блоков, необходимых для приближения методики роботного массажа к методике мануального массажа.

**Ключевые слова:** профилактический массаж, манипуляционный робот, позиционно-силовое и биотехническое управление, механотерапия.

### ВВЕДЕНИЕ

Издавна известные и постоянно совершенствуемые техники массажа изучаются в многочисленных школах и курсах. Написано множество учебников и методических пособий, защищено множество диссертаций, например [1–3]. Среди различных направлений особое место, как самому массажу, уделяется профилактическому массажу [4]. Профилактический массаж является одним из средств

### SUMMARY

The article deals with the technique of prophylactic massage implementation involving manipulation robot. Partially this technique is similar to the method of manual massage, but takes into account the possibilities of the robot. Now in the world there are specialized robots to perform massage and a tendency of universal robot for massage. One of them is a robot MSIU having position/force and biotechnical control and adapting to the patient features.

Special attention is given joint work of robot and physician with the patient and patient's safety. The analysis of the patient contingent for which it may be used prophylactic robot massage is presented. The complex of hardware and software to get close the robot massage techniques to manual massage technique is proposed.

**Key words:** prophylactic massage, manipulation robot, position-force control and biotechnical control, mechanotherapy.

обеспечения здорового образа жизни, реализации концепции здоровье здоровых, т.е. для работоспособного населения [5].

Среди многих достоинств массажа, в первую очередь как немедикаментозной процедуры, существенным недостатком массажа, препятствующим его массовости, является утомляемость массажиста. Первым, кто обратил на это внимание в 1882 году, был приват-доцент Заблудовский Н.В. Он объявил о необходимости аппаратных средств массажа в своей диссертации «Материалы к вопросу о действии массажа на здоровых людей» [6].

С тех пор предложены и стали популярными различные аппаратные средства, но в основном как средства механизации. Типичным средством автоматизации массажа является массажное кресло. Однако существенным недостатком кресла является принципиальная невозможность обслуживать переднюю поверхность тела пациента и выполнять движения конечностей в суставах, т.е. делать то, что делает рука человека.

Поэтому естественной является идея создать роботную руку, воспроизводящую движения руки массажиста. Появляются манипуляционные роботы-массажисты [7].

В большей степени приближенным к человеческой руке и впервые объявленным в научном мире в 1997 году [8, 9] является робот разработки МГИУ. Его рука аналогична по размерам и примерно по кинематическим возможностям руке человека.

В 2007 году были проведены первые клинические испытания робота МГИУ в РНЦ ВМИК. В настоящее время развиваются технические, сервисные и методические усовершенствования робота.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Нами проведено наблюдение за 20 лицами, в возрасте от 25 до 50 лет, которые не обращались к врачу, т.к. считали, что у них нет для этого оснований, хотя и отмечали снижение качества жизни, которое относили к усталости.

Обследованные не имели острых или хронических заболеваний, однако имели снижение качества жизни. Основную часть обследованных составили лица трудоспособного возраста, имеющие напряженный ритм работы, по тем или иным обстоятельствам не имеющие отдыха в течение года (70%). Пациенты считали, что у них отсутствуют мотивы для обращения к врачу.

Основные профессии этих лиц следующие: водители, в особенности дальнобойщики, парикмахеры, массажисты, хирурги, операторы, диспетчеры, студенты и преподаватели, системные администраторы, работники банков, офисные работники; спортсмены; лица со сниженным иммунитетом (частые простудные заболевания).

В анамнезе этих лиц отмечены: быстрая утомляемость; снижение работоспособности; снижение эмоционального уровня реакций («эмоциональное выгорание»); раздражительность, склонность к стрессовым состояниям; гиподинамия (нежелание двигаться, нежелание активного отдыха). Жалобы не носили стойкого характера и в основном определялись некоторым дискомфортом в том или ином отделе позвоночника при длительном сидении, в конце рабочего дня, усталостью глаз, апатией к работе, неприятными ощущениями в конечностях.

При обследовании пациентов был выявлен дисбаланс мышц различных отделов позвоночника и связанных с этим ограничений подвижности в шейно-грудном и поясничном отделах позвоночника.

Так в шейном отделе позвоночника наиболее часто определялись: напряжение подзатылочных мышц, лестничных мышц, трапециевидных мышц, собственных мышц отдельных двигательных сегментов шеи.

В грудном отделе: напряжение грудной части разгибателя спины.

В пояснично-крестцовом отделе: напряжение квадратных мышц поясницы, пояснично-подвздошных мышц, грушевидных мышц, слабость ягодичных мышц.

Выявлены характерные проявления в зависимости от функциональных расстройств в разных отделах позвоночника:

При дисфункции шейного и грудного отделов характерны: хроническая утомляемость; «эмоциональное выгорание»; склонность к стрессовым состояниям; повышенное профессиональное переутомление верхних конечностей у парикмахеров, стоматологов, музыкантов, массажистов.

При дисфункции грудопоясничного отдела характерны: снижение работоспособности, состояние усталости разгибателей спины; невозможность держать долго позу за столом.

При дисфункции поясничного отдела и таза характерны: ощущение дискомфорта в области поясницы; неприятные ощущения в области малого таза; затекание ступней.

Предварительные данные показывают возможность применения данных жалоб для разработки алгоритма и локализации воздействия.

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАССАЖНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РУКИ МАССАЖИСТА И РУКИ РОБОТА**

Чтобы робот мог соответствовать работе массажиста, в первую очередь следует сравнить возможности их рук. Определенный опыт воспроизведения приемов массажистов был получен при работе с медицинским роботом МГИУ для манипуляций на мягких тканях и суставах. Робот был обучен множеству приемов классического и точечного массажа и мог массировать различные участки тела разных пациентов. Особенностью робота является его восприятие и управление усилиями взаимодействия своего инструмента с мягкой тканью пациента.

Рассматривались два условия для проведения этих сравнений. В первом случае массажист подстраивается к роботу, предварительно обученному различным приемам массажа. Задача исследователя – провести процедуру так, чтобы пациент не увидел разницы в ощущении.

В ряде опытов массажист пользовался такими же инструментами, как и робот. Так же в качестве инструмента предусматривались захваты, ролики гладкие, ролики с иголками. Чтобы отвлечь пациента от звуков работающего робота, ему на уши надевались наушники и включалась музыка. Исследования позволили показать, что в некоторых приемах и условиях робот может работать не хуже, чем массажист. Процент ошибок при определении пациентом «робот или массажист» составлял примерно 50%.

Способностей сложных координированных движений и тонких ощущений у руки опытного профессионального массажиста, конечно, пока больше:

- для массажиста менее существенна укладка пациента, отклонения пациента при его дыхании, шевеления рук и ног пациента, перемещения массажиста вдоль и вокруг пациента;
- переход от одного массируемого участка к другому;
- смена поверхностей контакта с пациентом – пальцы, ладони, разные руки, локти, вибраторы, роллеры;
- речевой контакт с пациентом;
- у профессионалов – тонкие ощущения состояния мягких тканей пациента и его состояния в целом.

Робот выигрывает у массажиста неутомимостью, точным дозированным выполнением манипуляций, «доброй совестностью» своей работы. Причем в настоящее время с освоением новейших технологий и материалов тактильные способности робота могут еще более приближаться к человеческим. Особенно выгоден и эффективен роботный массаж при длительной процедуре порядка часа сочетанно, например, с ароматерапией.

### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В МАССАЖЕ ВРАЧА, РОБОТА И ПАЦИЕНТА**

Чтобы приближаться к пользованию роботом-массажистом как бытовым семейным прибором и, конечно, гарантировать безопасность, необходимо учитывать особенности взаимодействия в схеме врач (опытный массажист), робот и пациент [10].

Существующие аппаратные средства выполняют предписанные механические воздействия на пациента (массаж, движения конечностей в суставах, постизометрическая релаксация, мобилизация), объективно не оценивая терапевтический эффект. Но во время серии сеансов или в течение одного

сеанса механотерапии можно наблюдать изменения ряда физиологических параметров пациента, оценивать эффективность терапии и изменять план процедур, т.е. управлять механотерапией. Одними из наиболее информативных физиологических параметров состояния пациента являются мышечный тонус и электрокожное сопротивление (ЭКС). Эти параметры откликаются на механотерапевтические воздействия как при релаксации, так и при активации мышц пациента.

Возможная схема взаимодействия между компонентами – оператор-врач, робот, пациент – при выполнении роботом механотерапии представлена на рис. 1.

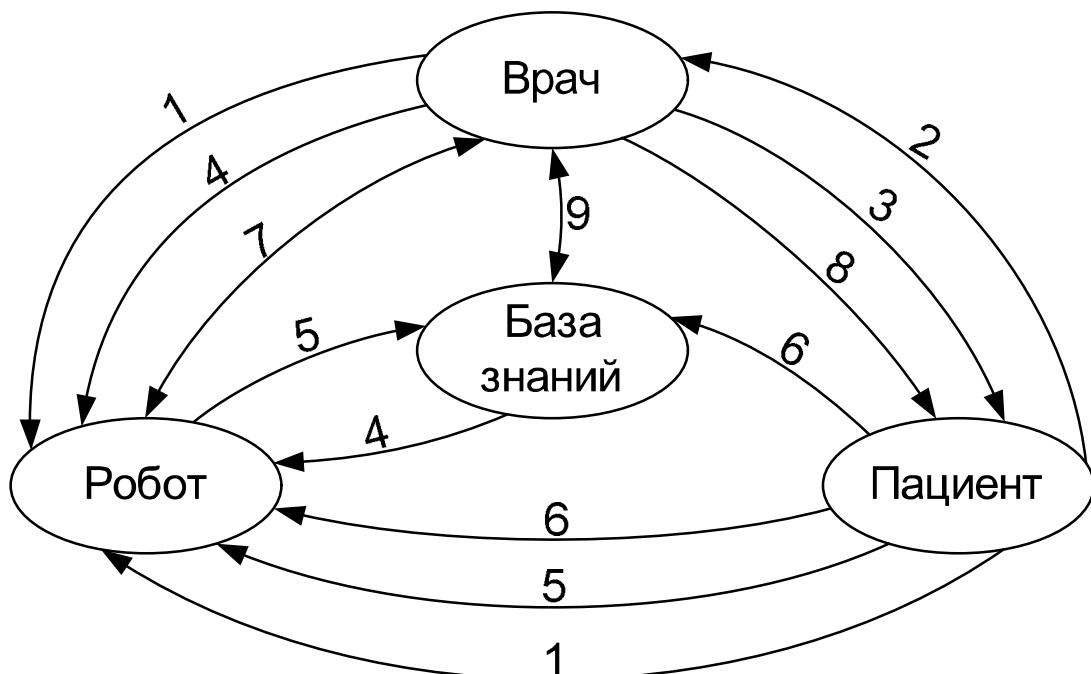


Рис. 1. Схема взаимодействия между компонентами системы оператор-врач, робот, пациент

На рисунке показаны возможные связи между компонентами:

1 – сигналы опасности, отключающие робот; 2 – сигналы субъективного состояния пациента; 3 – психологическое воздействие врача на пациента; 4 – задаваемые значения усилий, перемещений, скоростей, тонуса мышц, электрокожного сопротивления; 5 – сигналы о реальном состоянии мягких тканей пациента для позиционно-силового управления; 6 – сигналы о реальном состоянии пациента для биотехнического управления; 7 – сигналы командного управления роботом; 8 – воздействия врача при мануальном исполнении процедуры; 9 – данные, полученные в предыдущих сеансах и пополняемые.

Учёт рассмотренных связей позволяет гарантировать безопасность в первую очередь пациента, а также безопасность врача при его совместной работе с роботом. Для диагностики психофизиологического состояния пациента использовалось электрокожное сопротивление (ЭКС) [11].

На рис. 2 представлена динамика ЭКС в покое и при различных техниках массажного воздействия.

Характер кривой ЭКС в каждом сеансе различен на следующих участках:

- 1 – пациент сидит в кресле и настраивает себя на релаксацию;
- 2 – пациент лежит на кушетке без массажа;
- 3 – релаксационный массаж до установившегося максимального значения ЭКС;
- 4 – релаксационный массаж при максимальном значении ЭКС;
- 5 – возбуждающий массаж;
- 6 – пациент лежит на кушетке без массажа.

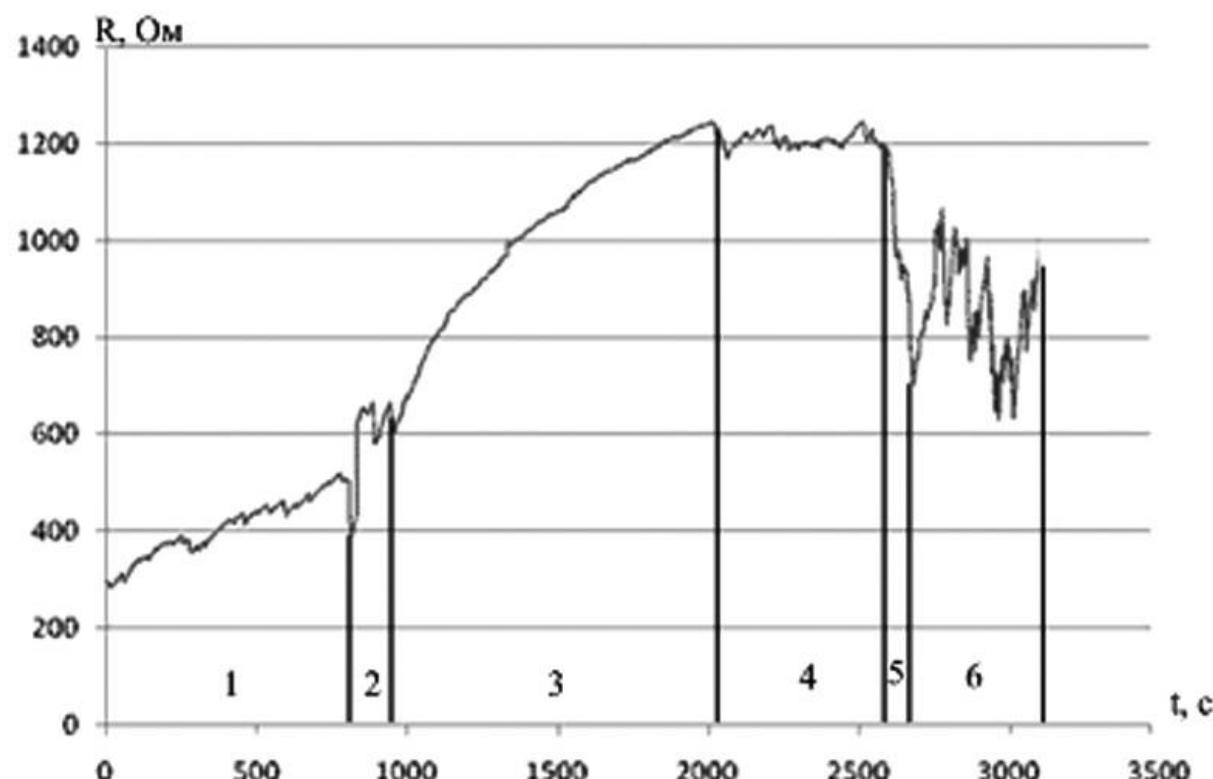


Рис. 2. Кривая ЭКС в сеансе массажа

При любой степени адаптивности и интеллектуальности управления роботом для массажа существенными будут следующие фазы:

- обучение робота сканированию тела данного пациента;
- выбор программы манипуляций из числа записанных или создание новой;
- установка режима и параметров манипуляций;
- диагностика психофизиологического состояния пациента.

При выборе параметров воздействия учитывается обработка данных, накопленных в процессе мануального исполнения массажных приёмов врачом-экспертом. Задачи врача-эксперта состоят в том, чтобы назначить наиболее эффективную последовательность массажных приёмов и предусмотреть возможные изменения измеряемых параметров в организме человека. При решении этих задач робот может использовать базу данных. В качестве регулируемых параметров массажного воздействия возможности робота позволяют выбирать вид приёмов, параметры каждого воздействия (скорость, усилие, частоту вибраций, число повторений).

В качестве примеров приводятся две методики релаксирующего и тонизирующего роботного массажа на длинных мышцах спины и методика механотерапии руки.

Релаксирующий массаж выполняется при положении больного лежа на садкой, имитирующей плоскость ладони. Поглаживания чередуются с медленными со скоростью 10–30 мм/с глубокими разминаниями. Длительность поглаживания составляет 60 секунд при усилии 1–2 Н. Усилие разминания выбирается в соответствии с весом и комплекцией пациента в диапазоне 10–100 Н. Длительность процедуры – 15–60 мин.

Тонизирующий массаж выполняется прижимными, вибрационными или захватывающими инструментами со скоростью воздействия 50–300 мм/с с усилиями 3–10 Н. Длительность процедуры – 2–5 мин.

Механотерапия руки выполняется при закреплении кисти пациента к конечному звену робота специальной лентой. В процессе повторений манипуляций пациент может оказывать легкое уступающее сопротивление. Скорость движения кисти составляет 10–30 мм/с. Длительность манипуляций – 3–10 мин. При проведении мобилизации в плечелопаточном суставе фиксация осуществляется в области дистального отдела плеча, при мобилизации в локтевом суставе – в дистальном отделе предплечья.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Хроническое переутомление сопровождается общими проявлениями и местными мышечными реакциями, в значительной мере формирующими синдром хронической усталости и требующими обязательной коррекции.

Методика роботного массажа при умственном утомлении предусматривает, прежде всего, сегментарно-рефлекторные воздействия на центральную нервную систему. Такой массаж лучше всего содействует снятию эмоционального возбуждения. Он оказывает более полное регулирующее и нормализующее влияние на трофические процессы, процессы обмена, секреторную деятельность и другие жизненно важные функции организма. Он хорошо переносится пациентами с синдромом хронической усталости, при истощении нервной системы (неврастения), сопровождающихся симптомами нарушения сна, головными болями, болями в области сердца, гипертонусом мышц воротниковой зоны и других областей, мышечными болями, гиперестезией кожных покровов [12].

Существующая в медицине методика работы с напряженными мышцами руками включает расслабляющий массаж для напряженных мышц, тонизирующий для расслабленных мышц, техники постизометрического расслабления и мобилизационные техники для работы с глубокими мышцами в связи с их труднодоступностью. Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет смоделировать основные принципы массажа, что может являться базой для проектирования промышленного робота, учитывающей основные условия проведения манипуляционных процедур.

Чтобы избежать противопоказаний, необходимо направление врача-терапевта на оздоровительные процедуры.

### ВЫВОДЫ

1. Методики роботного массажа по ощущениям значительно приближаются к работе массажиста. Однако при проектировании промышленного робота должны учитываться преимущества его возможностей и корректироваться его недостатки. Преимущества роботного массажа следующие:

- Преимущества роботного массажа следующие:
  - неутомимость, особенно необходимая при длительных процедурах;
  - «добросовестность» выполнения процедуры;
  - строгая дозированность воздействий;
  - объективная приборная оценка состояния пациента.

2. Программы для каждого пациента составляются индивидуально и корректируются на основе накопленной базы данных.

3. Чтобы уменьшить недостатки роботного массажа, необходима разработка следующих аппаратных и программных блоков робота: блок укладки пациента и подхода инструмента робота с любой стороны и к любому участку пациента, блок смены инструментов робота, блок совместного позиционно-силового управления роботом, блок компенсации сдвигов пациента, блок оценки психофизиологического состояния пациента и биотехнического управления, захватные инструменты, блок обеспечения безопасности, блок экспертных программ, база знаний для повышения роли автоматизации массажа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюков, А.А. Лечебный массаж [Текст] / А.А. Бирюков. – М. : Академия, 2008.
2. Бирюков, А.А. Спортивный массаж [Текст] / А.А. Бирюков, В.Е. Васильева. – М. : Физкультура и спорт, 1981.

3. Поварещенкова, Ю.А. Спинальные механизмы в системе физических воздействий на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата спортсменов [Текст] : диссертация на соискание учёной степени доктора биологических наук / Ю.А. Поварещенкова. – Краснодар, 2006.
4. Дубровский, В.И. Валеология. Здоровый образ жизни [Текст] / В.И. Дубровский. – М. : Rеторика-А, 2001.
5. Разумов, А.Н. Здоровье здорового человека, научные основы восстановительной медицины [Текст] / А.Н. Разумов, В.И. Покровский. – М. : РАМН РНЦ ВМК, 2007.
6. Заблудовский, В.И. Материалы к вопросу о действии массажа на здоровых людей [Текст] : диссертация / В.И. Заблудовский. – СПб., 1882.
7. Мансуров, О.И. Способ аппаратного поверхностного массажа и реализующий этот способ робот для шлейф-массажа [Текст]. Рос. патент №2005130736/14 от 05.10.2005 / О.И. Мансуров, И.Я. Мансуров.
8. Golovin, V.F. Robot for massage. Proceedings of JARP 2nd Workshop on Medical Robotics Heidelberg, Germany, 1997.
9. Головин, В.Ф. Способ массажа и устройство для его осуществления [Текст]. Рос. патент № 2145833, 1998 / В.Ф. Головин, А.Е. Саморуков.
10. Разумов, А.Н. Расширение функций эргономики в медицинской робототехнике [Текст]: сборник трудов 7-й научно-технической конференции «Мехатроника, автоматизация, управление» / А.Н. Разумов, В.Ф. Головин. – СПб., 2010.
11. Разумов, А.Н. Измерение электрокожного сопротивления для диагностики и биотехнического управления состоянием пациента при механотерапевтическом воздействии [Текст] / А.Н. Разумов, В.Ф. Головин, М.В. Архипов, В.В. Журавлёв // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – №1. – С. 41–45.
12. Головин В.Ф., Архипов М.В., Журавлёв В.В. Робототехника в восстановительной медицине. Работы для механотерапии, LAP LAMBERT Academic Publishing, GmbH & Co. KG, 2012.

---

Саморуков А.Е.

E-mail: asam48@bk.ru