

## МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА КАК ИННОВАЦИОННОЕ ЗВЕНО В РАЗВИТИИ ИНЖЕНЕРНОГО И МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Л.Ю. Овсяницкая<sup>1</sup>, Е.В. Юрасова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уральский социально-экономический институт (филиал) ОУП ВО «Академия труда и социальных отношений», г. Челябинск;

<sup>2</sup> Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

В настоящее время мехатроника и робототехника играют огромную роль в развитии современной медицины. Главной целью развития медицинской робототехники является высокая точность и качество обслуживания, повышение эффективности лечения, уменьшение рисков нанесения вреда здоровью человека. Однако, несмотря на достижения техники и технологий, специалисты здравоохранения не всегда осведомлены о них, а инженеры не имеют полной информации о потребностях современной медицины.

Авторами проведен критический анализ специфических особенностей сферы здравоохранения и инженерии в области, связанной с взаимодействием с мехатроникой и робототехникой. Выявлены причины возникновения сложившейся ситуации и предложены пути решения проблемы.

Для достижения поставленной цели был проведен анализ законодательных и нормативно-правовых документов в сфере развития науки и технологий, стратегии развития медицины, использованы методы анализа теоретических и практических предпосылок использования мехатроники и робототехники как инновационного звена в развитии медицине и инженерии.

Предложены педагогические пути решения описанного парадокса путем корректировки подходов к ведению занятий на циклах повышения квалификации специалистов здравоохранения и инженеров. Изложены факты реальной действительности, которые составляют основу практических действий, связанных с проведением междисциплинарных исследований. Даны рекомендации для обеспечения более высокого уровня взаимодействия специалистов здравоохранения и инженеров-робототехников.

Определены причины возникновения низкого взаимодействия специалистов здравоохранения и инженеров-робототехников при решении междисциплинарных задач. Предложены педагогические пути решения данной проблемы.

По итогам исследования авторы делают вывод о том, что причиной недостаточно плотного взаимодействия специалистов здравоохранения и инженеров-робототехников является изолированность специалистов различных областей знаний, отсутствие необходимого информационного обеспечения инновационных проектов и отсутствие межведомственного планирования рыночно ориентированных исследований и анализа прогнозной маркетинговой информации и четкой стратегии коммерциализации.

*Ключевые слова:* мехатроника, робототехника, компьютерные технологии, специалисты здравоохранения, бионический подход, повышение квалификации.

### Введение

21 мая 2013 г. постановлением Правительства Российской Федерации № 426 утверждена Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» [1], основная цель которой заключается в формировании конкурентоспособного и эффективно функционирующего сектора исследований и разработок в области прикладных исследований.

В Программе указано, что характерной чертой современного развития является переход к новому этапу формирования инновационного общества – построению экономики, базирующейся преимущественно на генерации, распространении и использовании знаний. Интенсификация производства и использование новых научно-технических результатов предопределило резкое сокращение инновационного цикла, ускорение темпов обновления продукции и технологий.

В качестве основных задач Программы указано создание опережающего научно-технологического задела межотраслевой направленности по приоритетам развития научно-технологического

ческой сферы, использующего результаты, полученные в рамках системы фундаментальных исследований, и востребованного отраслями экономики; обеспечение системного планирования и координации исследований и разработок на основе выстраивания системы приоритетов развития научно-технологической сферы, опирающейся на систему технологического прогнозирования и учитывающей приоритеты развития секторов экономики.

Авторы статьи более десяти лет принимают непосредственное участие как в практических разработках высокотехнологичной техники [2–4], так и в педагогической деятельности, направленной на подготовку инженеров и специалистов здравоохранения к работе с современными программно-аппаратными комплексами. За эти годы несколько раз произошла смена поколений компьютерной техники, технологий и устройств медицинского назначения. Это позволило авторам наблюдать динамику подготовки специалистов в области здравоохранения и инженерии в профильных вузах и сделать выводы о необходимости внедрения новых организационных и педагогических подходов в обучение.

### Постановка задачи

В 90-е годы прошлого века информационные технологии становятся неотъемлемой частью деятельности специалистов здравоохранения, медицинская информатика является обязательным элементом образования врача.

В настоящее время в развитии науки происходят два взаимообратных процесса: с одной стороны, наблюдается дифференцирование наук, связанное с их все большей специализацией [5], с другой стороны – возникновение новых междисциплинарных направлений, являющихся результатом взаимного проникновения или симбиоза разных областей знания. Ярким примером являются медико-технические науки [6]. Действительно, анализ современных достижений в данной области показывает невозможность изолированного развития этих направлений, поскольку только их взаимодействие позволяет друг другу перейти на более высокий качественный уровень [7].

Технические науки, с одной стороны, предоставляют средства для получения новых знаний в медицине, с другой стороны, они сами являются предметом научных исследований. В качестве примеров можно привести разработку новых архитектур компьютеров и алгоритмов обработки данных (нейрокомпьютеры и нейроалгоритмы) и развитие интеллектуальных систем принятия решения, в основе которых лежат принципы работы мозга, создание роботизированных систем, имитирующих биомеханические объекты [8, 9], и многое другое.

Таким образом, мы приходим к выводу о том, что в современной науке никакие характеристики процессов, явлений или свойства предметов нельзя изучать изолированно, поскольку невозможно провести четкую грань между тем, где заканчивается сфера одной науки и начинается область другой науки.

Однако на сегодняшний день, несмотря на высокие достижения в области разработки инновационных объектов медицины и технологий, существуют серьезные проблемы, не позволяющие быстро вовлекать их в научный и хозяйственный оборот.

Проблема заключается в том, что врачи часто не осведомлены о возможностях, которые стали доступны в последнее время разработчикам лечебного и диагностического оборудования, а инженеры, в свою очередь, не всегда знают о потребностях врачей [10]. Причиной указанного парадокса является изолированность специалистов различных областей знаний, объективные трудности (финансовые, организационные), не позволяющие им принимать непосредственное участие в научно-практических конференциях по тематикам других наук, где обсуждаются перспективные направления данной области знаний, отсутствие необходимого информационного обеспечения инновационных проектов.

Причинами несвоевременного информирования и взаимного внедрения технологий также являются отсутствие межведомственного планирования рыночно ориентированных исследований, большая часть которых в настоящее время сохраняет узкую специализацию, не отвечает требованиям инвестиционной привлекательности, не содержит анализа прогнозной маркетинговой информации и четкой стратегии коммерциализации [11]. Как следствие, множество идей, интересных решений и оригинальных разработок мехатроники в наиболее «критических» областях современной науки и технологии, до сих пор не востребованы к внедрению в других областях, поскольку об этих разработках информирован лишь узкий круг специалистов [12].

**Мехатроника и робототехника в развитии современной медицины**

28 декабря 2012 г. распоряжением Правительства Российской Федерации была утверждена Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года [13]. Целью Стратегии является развитие медицинской науки, направленное на создание высокотехнологичных инновационных продуктов, обеспечивающих на основе трансфера инновационных технологий в практическое здравоохранение сохранение и укрепление здоровья населения.

Стратегия направлена на реализацию государственной политики в сфере здравоохранения, повышение качества и доступности медицинской помощи населению Российской Федерации, включая разработку инновационной продукции, освоение критически важных технологий и развитие компетенций. Для достижения поставленных целей предусмотрено решение задач развития системы экспертизы (обоснованного выбора) перспективных и приоритетных направлений, оценки качества и результативности научных исследований и создание условий для устойчивого спроса на инновационную продукцию и ее внедрения в практическое здравоохранение.

Мехатроника и робототехника – это направления, включающие в себя комплекс идей, методов и средств для создания информационно-управляемых и программируемых механических систем с заданными функциями [14]. Это системные мировоззренческие научные дисциплины, составляющие основы автоматизации любых объектов жизнедеятельности человека, и в этой связи они должны являться предметом изучения практически всех специальностей.

Мехатроника традиционно воспринимается как часть общего с робототехникой образовательного процесса, которая официально зафиксирована в перечнях учебных направлений. Однако точнее считать мехатронику и робототехнику самостоятельными дисциплинами, имеющими общую подобласть в виде робототехнических систем и их компонентов, использующих близкие принципы, методы проектирования и исследования [12].

Мехатроника предусматривает объединение механики, электроники и информатики (рис. 1, а). Результатом этого союза становится появление интеллекта и синергического эффекта, что показано в [15]. Междисциплинарный характер мехатроники наглядно демонстрирует логотип (рис. 1, б), предложенный МИРЭА.



Рис. 1. Логотипы мехатроники (а) и ее междисциплинарного характера (б)

Правительством РФ принято решение о форсировании работ в области робототехники, наряду с которой существенную роль в развитии техносферы играет мехатроника, являющаяся приоритетным направлением развития науки и техники, определяющим уровень производства, конкурентоспособность продукции, качество жизни, обороноспособность и безопасность государства. В 2002 г. президентом Российской Федерации В.В. Путиным утверждены «Основы политики РФ в области развития и технологии на период 2010 г. и в дальнейшей перспективе» [15], где мехатронные технологии включены в число критических технологий.

Принципиальной для мехатроники является интеллектуализация как отдельных функциональных компонентов, так и общесистемных функций, что соответствует общетехническим тен-

денциям. Успехи в области мехатроники, микро- (нано-) процессорной техники и информационных технологий приводят к необходимости разработки и создания нового типа систем обработки информации и управления – интеллектуальных [4]. Этот тип систем особенно важен в мехатронике, поскольку полезный приспособительный эффект является определяющим в любой функциональной системе, так как способствует достижению цели, которая выступает в том числе как системообразующий фактор. Усложнение решаемых задач, обеспечение высокой точности и надежности работы потребовало новых подходов к построению мехатронных систем, обеспечивающих гибкую обработку информации в условиях ее неполноты и противоречивости, принятия решения, синтеза и коррекции цепи, сложного воздействия окружающей среды [14].

Поскольку гибкая обработка информации и управление выходит за пределы традиционных подходов, то можно указать некоторые области исследования новых функций, а именно: распознавание и понимание разного рода информации типа рисунков, звуков речи и символической информации, присущие естественным языкам; вывод и решение задач с помощью баз знаний, которые допускают прямую обработку информации и обладают способностью к обучению и самоорганизации; управление и автоматическое управление в интеллектуальных системах, функционирующих в реальном времени.

В настоящее время роботы играют колоссальную роль в развитии современной медицины. Медицина становится одним из главных векторов внедрения роботов и искусственного интеллекта. Главной целью развития медицинской робототехники является высокая точность и качество обслуживания, повышение эффективности лечения, уменьшение рисков нанесения вреда здоровью человека.

Условно медицинских роботов можно классифицировать:

- роботизированные хирургические системы, применяемые для проведения сложных хирургических операций [16]. Данные системы не относятся к полностью автономным устройствам, но дистанционное управление инструментом обеспечивает врача точностью и повышенной управляемостью, дополнительной механической силой, уменьшает утомляемость хирурга, снижает риск инфицирования врача и пациента;

- роботы-симуляторы пациентов [17, 18], предназначенные для отработки навыков принятия решений и практических врачебных интервенций в лечении патологий. Роботы воспроизводят физиологию человека, моделирует клинические сценарии, реагируют на введение препаратов, анализируют действия обучаемых и соответствующим образом реагируют на клинические воздействия;

- экзоскелеты и роботизированные протезы, состоящие из механико-электрических элементов, микроконтроллеров с искусственным интеллектом, способные управляться от нервных окончаний человека [19];

- роботы для медицинских учреждений и роботы-помощники, являющиеся альтернативой медицинскому персоналу [20], которые обеспечивают уход за пациентом, помогая в реабилитации и обеспечивая постоянную связь с врачом;

- нанороботы – микророботы [21, 22], действующие в организме человека на молекулярном уровне.

На рис. 2 представлены примеры медицинских роботов: хирургический робот (рис. 2, а), реабилитационный робот (рис. 2, б) и робот удалённого присутствия для проведения консультаций с пациентом на расстоянии (рис. 2, в). Иллюстрации представлены на сайтах [www.medrobot.ru](http://www.medrobot.ru), [www.roboting.ru](http://www.roboting.ru) и <http://www.aiportal.ru>.

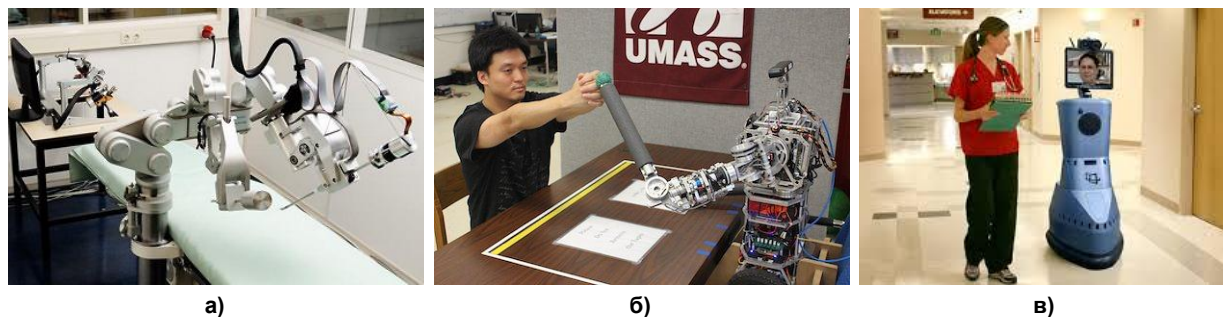


Рис. 2. Примеры медицинских роботов

В работе [23] приведен анализ тенденций развития мехатроники и робототехники на фоне общих тенденций развития техники в целом. На основе бионического подхода, то есть подхода, при котором для получения хороших решений исследователи берут у живой природы удачные, жизнеспособные идеи, которые являются результатом длительной эволюции [24], выделены пять основных принципов развития мехатроники и робототехники:

– системный подход к созданию техники, унификация функциональных компонентов (биологическим аналогом является клеточное строение);

– интеграция функций на базе однородных структур (биологический аналог – нейронные структуры, пронизывающие все органы живых существ);

– поэтапность миниатюризации техники путем последовательного освоения разного порядка размерностей в виде отдельных ее поколений. Этот принцип непосредственно вытекает из естественного процесса непрерывного совершенствования технологий в направлении повышения точности. Каждое поколение любого вида техники требует соответствующих новых технологий. При этом для реализации последних необходимо технологическое оборудование, основанное на технике предыдущей размерности;

– создание в рамках искусственного интеллекта саморазвивающихся систем и техническое освоение неформализуемых (творческих) способностей человека.

Таким образом, понимая роль мехатроники и робототехники как неотъемлемой составляющей развития медицины и роль медицины в развитии мехатроники и робототехники, мы предположили, что педагогический подход к обучению врачей и инженеров в связанных областях также должен строиться на основе взаимодействия этих наук.

При проведении занятий в рамках повышения квалификации как специалистов здравоохранения, так и инженеров, возникает ситуация, при которой обучаемые и преподаватель становятся практически равноправными участниками образовательного процесса. В том случае, когда проводятся занятия у специалистов здравоохранения, преподавателем является специалист в области информатики и техники. Где в реальных условиях он может узнать о современных потребностях медицины в различных областях? Только у слушателей циклов повышения квалификации, представляющих различные регионы и отрасли медицины.

В том случае, когда проводится повышение квалификации у специалистов, связанных с разработкой современной техники, необходимо приглашение биологов или биомехаников, которые, в процессе проведения занятия, и сами узнают немало нового о текущих достижениях в области науки и техники.

## **Выводы**

1. Одним из главных факторов, влияющим на инновационное развитие медицинской робототехники, является глубокая информированность специалистов здравоохранения и инженеров-робототехников во взаимных потребностях и современных достижениях.

2. Необходимо привлечение специалистов здравоохранения на циклы повышения квалификации инженеров-робототехников и инженеров – на курсы последипломного обучения врачей. Правильно сформированная структура занятий позволит обучаемым, узнав о новых возможностях изучаемой науки, способствовать (используя свои административные и профессиональные возможности) внедрению в практику здравоохранения методов, устройств и технологий; быть компетентными специалистами, то есть не только владеть современными средствами преобразования информации и информационными технологиями, но и обладать эрудицией, позволяющей применять указанные устройства и технологии для решения любых возникающих на практике задач, в том числе в условиях неопределенности и с использованием интеллектуальных и эвристических методов.

3. Результатом обучения с привлечением внешних специалистов является инициирование научных исследований в своей области, способствующей глобальной цели: прогрессу науки в целом.

### Литература

1. Постановление правительства России от 21.05.2013 г. № 426 «О Федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы». – [http://www.fcpir.ru/participation\\_in\\_program/formation\\_topics/resolution/](http://www.fcpir.ru/participation_in_program/formation_topics/resolution/)
2. Analog-to-Digital Converters of the Components of a Displacement with the Use of Microelectronic Sine-Cosine Magnetic Encoders / Yu.S. Smirnov, T.A. Kozina, E.V. Yurasova, A.V. Sokolov // *Measurement Techniques*. – 2014. – Vol. 57, iss. 1. – P. 41–46.
3. Повышение эффективности формирования эквивалентов составляющих перемещения / Ю.С. Смирнов, Д.А. Кацай, Е.В. Юрасова, И.С. Никитин // *Материалы конференции «Информационные технологии в управлении» (ИТУ-2014)*. – СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», 2014. – С. 710–719 с.
4. Смирнов, Ю.С. Полифункциональный фазовый преобразователь перемещения / Ю.С. Смирнов, Е.В. Юрасова, Т.А. Козина // *XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014*. – М.: ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН. 2014. – С. 7171–7182. – <http://vsru2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/7171.pdf>
5. Викторов, В.А. Направления, принципы интеграции медицинских и технических наук / В.А. Викторов, С.В. Селищев, М.Б. Штарк // «БИОМЕДПРИБОР-2000»: материалы конф. – М., 2000. – <http://www.mks.ru/library/conf/biomedpribor/2000/plen04.html> (дата обращения 27.02.2015).
6. Викторов, В.А. О развитии медико-технической науки / В.А. Викторов // *Вестник РАМН*. – 2000. – № 10. – С. 18–24.
7. Овсяницкая, Л.Ю. Применение андрагогического подхода как общенаучной основы формирования информационной компетентности специалистов системы здравоохранения / Л.Ю. Овсяницкая // *Вестник Томского государственного университета*. – 2015. – № 390. – С. 194–201.
8. Смелягин, А.И. Моделирование структуры роботов и манипуляторов / А.И. Смелягин, Е.В. Бабенко // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*. – 2011. – № 4-2. – С. 315–317.
9. Загорюлько, Ю.А. Моделирование робота, управляемого речевыми сигналами / Ю.А. Загорюлько // *Известия Томского политехнического университета*. – 2011. – № 5. – С. 98–102.
10. Овсяницкая, Л.Ю. Юниарный подход в преподавании информатики и информационных технологий специалистам системы здравоохранения / Л.Ю. Овсяницкая // *Фундаментальные исследования*. – М.: ИД «Академия естествознания», 2013. – № 4, ч. 2. – С. 448–452.
11. Куракова, Н.Г. Управление инновационным потенциалом медико-биологических исследований: дис. ... д-ра биол. наук / Н.Г. Куракова. – М., 2006. – 284 с.
12. Особенности информационного обеспечения безредукторных электромехатронных преобразователей / Ю.С. Смирнов, Д.А. Кацай, Т.А. Функ, Я.О. Анисимов // *Материалы конференции «Информационные технологии в управлении» (ИТУ-2014)*. – СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», 2014. – С. 729–737 с.
13. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2012 № 2580-р «Об утверждении Стратегии развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 года». – <http://government.ru/docs/7257/>
14. Смирнов, Ю.С. Электромехатронные преобразователи / Ю.С. Смирнов; под ред. А.Л. Шестакова. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2013. – 360 с.
15. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу. (Утверждены Президентом РФ 30 марта 2002 г. № ПР-576). – <http://archive.kremlin.ru/text/docs/2002/03/30293.shtml>
16. Гуськов, А.М. Численное моделирование операции стернотомии с помощью хирургического робота-манипулятора при движении по заданной траектории / А.М. Гуськов, М.С. Кузнецова // *Наука и образование: электрон. науч.-техн. изд.* – 2013. – № 5. – С. 145–162. – <http://technomag.bmstu.ru/doc/599870.html>
17. Назаренко, К.А., Модель робота-симулятора безусловных рефлексов новорожденного / К.А. Назаренко, Е.С. Дубинина, А.А. Чередников // *Вестник медицинских Интернет-конференций*. – 2014. – № 5. – С. 692. – <http://medconfer.com/node/3601>

18. Низовибатько, О.Б. Медицинские симулятивные центры – перспектива практического здравоохранения / О.Б. Низовибатько // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – № 1. – С. 311–312.

19. Арзамасцева, Т.А. Экзоскелеты: новинка военного дела и медицины / Т.А. Арзамасцева, С.М. Постников // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 80.

20. Первичный опыт использования роботов в повседневной клинической практике в РФ / Д.В. Иванов, А.Н. Лищук, А.Н. Колтунов, А.Н. Корниенко // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – № 4. – С. 175–176.

21. Войтович, И.Д. Основные принципы изготовления медицинских нанороботов / И.Д. Войтович, А.И. Золот, Н.И. Ходаковский // Математические машины и системы. – 2010. – № 2. – С. 122–133.

22. Хадарцев, А.А. Разработка и использование нанотехнологий в медико-биологических исследованиях / А.А. Хадарцев, В.А. Хадарцев // Вестник Росздравнадзора. – 2010. – № 3. – С. 63–67.

23. Евтеева, Е.В. Задачи и закономерности развития мехатроники и робототехники / Е.В. Евтеева // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2009. – № 14. – С. 86–90.

24. Ёлкин, С.С. Бионический подход при создании комплекса моделей нейронов / С.С. Ёлкин, С.В. Ёлкин, Э.С. Клышинский // Институт прикладной математики им. Келдыша. – <http://www.agpl.ru/bionic-neural-nets/publ-bionic-nets/48.html> (дата обращения 27.02.2015).

**Овсяницкая Лариса Юрьевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры прикладной информатики и математики, Уральский социально-экономический институт (филиал) ОУП ВО «Академия труда и социальных отношений», г. Челябинск; [larovs@rambler.ru](mailto:larovs@rambler.ru).

**Юрасова Екатерина Валерьевна**, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры информационно-измерительной техники, Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск; [iurasovaev@susu.ac.ru](mailto:iurasovaev@susu.ac.ru).

Поступила в редакцию 3 апреля 2015 г.

DOI: 10.14529/ctcr150314

## MECHATRONICS AND ROBOTICS AS AN INNOVATIVE ELEMENT IN THE DEVELOPMENT OF THE ENGINEERING AND MEDICINE EDUCATION

**L.Yu. Ovsyanitskaya**, Ural Social-Economic Institute, Affiliate of the Labour and Social Relations Academy, Chelyabinsk, Russian Federation, [larovs@rambler.ru](mailto:larovs@rambler.ru),

**E.V. Yurasova**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, [iurasovaev@susu.ac.ru](mailto:iurasovaev@susu.ac.ru)

Currently, mechatronics and robotics play a huge role in the development of modern medicine. The main purpose of the medicine robotics is the high accuracy and quality of service, efficiency of treatment, reducing the risk of harm to human health. However, despite advances in engineering and technology, health specialists are not always aware of them, and engineers do not have full information concerning the needs of modern medicine.

The authors carried out a critical analysis of specific features concerning healthcare and engineering in the field related to the interaction with mechatronics and robotics. Identified the causes of the situation and proposed the ways to solve the problem.

The law documents in the field of science, technology and strategy of medicine development were done to achieve this goal, used the methods of analysis of theoretical and practical preconditions of use of mechatronics and robotics as an innovative element in the development of medicine and engineering.

Pedagogical solutions of described paradox by adjusting approaches in giving classes on cycles of health professionals' and engineers' training are proposed. The facts of reality, which form the basis for action related to the interdisciplinary research are presented. Recommendations to ensure a higher level of interaction between health professionals and engineers robotics are given.

The cause of the low interaction between health professionals and engineers in solving interdisciplinary robotics tasks are determined. Pedagogical solutions to this problem are given.

According to the research the authors conclude that the reason of not enough close cooperation between the healthcare specialists and robotics engineers is the isolation of different areas of knowledge specialists, lack of adequate information support innovative projects and the lack of interagency planning market-oriented research and analysis of predictive brand information and the lack of clear strategy for commercialization.

*Keywords: mechatronics, robotics, computer technologies, health care professionals, bionic approach, advanced training.*

### References

1. *Postanovlenie pravitel'stva Rossii ot 21.05.2013 g. № 426 "O Federal'noy tselevoy programme 'Issledovaniya i razrabotki po prioritetyam napravleniyam razvitiya nauchno-tekhnologicheskogo kompleksa Rossii na 2014–2020 gody' "* [Resolution of the Russian Federation Government of 21.05.2013. № 426 "On the Federal Target Program 'Research and Development on Priority Directions of Scientific-Technological Complex of Russia for 2014–2020 Years' "]. Available at: [http://www.fcpir.ru/participation\\_in\\_program/formation\\_topics/resolution/](http://www.fcpir.ru/participation_in_program/formation_topics/resolution/)
2. Smirnov Yu.S., Kozina T.A., Yurasova E.V., Sokolov A.V. Analog-to-Digital Converters of the Components of a Displacement with the Use of Microelectronic Sine-Cosine Magnetic Encoders. *Measurement Techniques*, 2014, vol. 57, iss. 1, pp. 41–46.
3. Smirnov Yu.S., Katsay D.A., Yurasova E.V., Nikitin I.S. [Improving the Efficiency of Formation Equivalents of Displacement Components]. *Materialy konferentsii "Informatsionnye tekhnologii v upravlenii" (ITU-2014)* [Materials of Conference "Information Technologies in Management"]. St. Petersburg, Russia, 2014, pp. 710–719 c. (in Russ.)
4. Smirnov Yu.S., Yurasova E.V., Kozina T.A. [Multifunctional Phase Displacement Transducer]. *XII Vserossiyskoe soveshchanie po problemam upravleniya VSPU-2014* [XII Russian Meeting on the Management]. Moscow, Russia, 2014, pp. 7171–7182. Available at: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/7171.pdf> (in Russ.)
5. Viktorov V.A., Selishchev C.B., Shtark M.B. [Directions, Principles of Integration of Medical and Technical Sciences]. *"BIOMEDPRIBOR-2000": materialy konferentsii* ["Biomedpribor-2000". Proceedings of the Conference]. Moscow, 2000. Available at: <http://www.mks.ru/library/conf/biomedpribor/2000/plen04.html> (accessed 27.02.2015). (in Russ.)
6. Victorov V.A. [On the Development of Medical and Technical Sciences]. *Bulletin of Academy of Medical Sciences*, 2000, no. 10, pp. 18–24. (in Russ.)
7. Ovsyanitskaya L.Yu. [Application of Andragogical Approach as a General Scientific Basis for the Formation of Information Competence of Health Professionals]. *Bulletin of Tomsk State University*, 2015, no. 390, pp. 194–201. (in Russ.)
8. Smelyagin A.I., Babenko E.V. [Modeling of the Structure of Robots and Manipulators]. *Bulletin of the Nizhny Novgorod university of N. I. Lobachevsky*, 2011, no. 4-2, pp. 315–317. (in Russ.)
9. Zagorulko Yu.A. [Modeling the Robot Managed Voice Signals]. *Proceedings of Tomsk Polytechnical University*, 2011, no. 5, pp. 98–102. (in Russ.)
10. Ovsyanitskaya L.Yu. [The Uniar Approach to Computer Science and Information Technologies Teaching for Health Professionals]. *The Fundamental Research*. Moscow, Academy of Natural Sciences, 2013, no. 4, part 2, pp. 448–452. (in Russ.)
11. Kurakova N.G. *Upravlenie innovatsionnym potentsialom mediko-biologicheskikh issledovaniy. Dis. dokt. biol. nauk* [Management of Innovation Potential for Biomedical Research. Diss. Dr. of Biol. Science]. Moscow, 2006. 284 p.
12. Smirnov Yu.S., Katsay D.A., Funk T.A., Anisimov Ya.O. [Information Supply Features of the Gearless Electromechatronics Converters]. *Materialy konferentsii "Informatsionnye tekhnologii v upravlenii" (ITU-2014)* [Materials of Conference "Information Technologies in Management"]. St. Petersburg, Russia, 2014, pp. 729–737.



13. *Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 28.12.2012 № 2580-r "Ob utverzhdenii Strategii razvitiya meditsinskoy nauki v Rossiyskoy Federatsii na period do 2025 goda"* [Order of the Government of the Russian Federation from 28.12.2012 № 2580-r "On Approval of the Strategy of Development of Medical Science in the Russian Federation until 2025"]. Available at: <http://government.ru/docs/7257/>
14. Smirnov Yu.S. *Elektromekhatronnye preobrazovateli* [Ectromechatronics Converters]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2013. 360 p.
15. *Osnovy politiki Rossiyskoy Federatsii v oblasti razvitiya nauki i tekhnologii na period do 2010 goda i dal'neyshuyu perspektivu* [The Policy Framework of the Russian Federation in the Field of Science and Technology for the Period up to 2010 and Beyond]. Available at: <http://archive.kremlin.ru/text/docs/2002/03/30293.shtml>
16. Guskov A.M., Kuznetsova M.S. [Numerical Simulation of the Operation Sternotomy with a Surgical Robot Manipulator Motion along a Predetermined Path]. *Education & Science: Scientific and Technical Electronic Edition*, 2013, no. 5, pp. 145–162. Available at: <http://technomag.bmstu.ru/doc/599870.html> (in Russ.)
17. Nazarenko K.A., Dubinin E.S., Cherednikov A.A. [The Model of the Robot Simulator Unconditioned Reflexes Newborn]. *Bulletin of Medical Internet Conference*, 2014, vol. 4, no 5, pp. 692. Available at: <http://medconfer.com/node/3601> (in Russ.)
18. Nizovibatko O.B. [Medical Centers Simulative – the Prospect of Practical Healthcare]. *Bulletin of the University of Tambov. Series: Natural and Technical Sciences*, 2013, no1, pp. 311–312. (in Russ.)
19. Arzamastseva T.A., Postnikov S.M. [Exoskeletons: the New Military Science and Medicine]. *Modern High Technologies*, 2014, no. 5–2, pp. 80. (in Russ.)
20. Ivanov D.V., Lishchuk A.N., Koltunov A.N., Kornienko A.N. [Initial Experience with the Use of Robots in Everyday Clinical Practice in the Russian Federation]. *Bulletin of New Medical Technologies*, 2010, vol. 17, no. 4, pp. 175–176. (in Russ.)
21. Voytovich I.D., Zolot A.I., Khodakovskiy N.I. [The Basic Principles of the Medical Nanorobots Manufacturing]. *Mathematical Machines and Systems*, 2010, no. 2, pp. 122–133.
22. Khadartsev A.A., Khadartsev V.A. [The development and Use of Nanotechnology in Biomedical Research]. *Bulletin of Federal Service on Surveillance in Healthcare and Social Development*, 2010, no. 3, pp. 63–67. (in Russ.)
23. Evtseva E.V. [Tasks and Patterns of Development of Mechatronics and Robotics]. *Bulletin of the Volga university of V.N. Tatishchev*, 2009, no. 14, pp. 86–90. (in Russ.)
24. Elkin S.S., Elkin S.V., Klyshinsky E.S. [Bionic Approach to Create Complex Models of Neurons]. *Institut Prikladnoy Matematiki im. Keldysha* [Applied Mathematics Institute n. Keldysh]. Available at: <http://www.agpl.ru/bionic-neural-nets/publ-bionic-nets/48.html> (date accessed 27.02.2015) (in Russ.)

Received 3 April 2015

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Овсяницкая, Л.Ю. Мехатроника и робототехника как инновационное звено в развитии инженерного и медицинского образования / Л.Ю. Овсяницкая, Е.В. Юрасова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2015. – Т. 15, № 3. – С. 115–123. DOI: 10.14529/ctr150314

#### FOR CITATION

Ovsyanitskaya L.Yu., Yurasova E.V. Mechatronics and Robotics as an Innovative Element in the Development of the Engineering and Medicine Education. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2015, vol. 15, no. 3, pp. 115–123. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctr150314