

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.199.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ИНСТИТУТА
ИНФОРМАТИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета 09.02.2017 г. № 1

О присуждении Мотиенко Анне Игоревне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Модели и методики поддержки принятия решений о спасении поражённых в результате аварий на опасных производственных объектах» принята к защите 10 октября 2016 г., протокол № 1 диссертационным советом Д 002.199.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия ВО, дом 39, утвержден приказом Рособнадзора номер 2472-618 от 8 октября 2010 года.

Соискатель Мотиенко Анна Игоревна, 1987 года рождения, в 2009 г. с отличием окончила Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения по специальности «Прикладная информатика (в экономике)» (диплом № ВСА 0783898), в 2014 г. окончила очную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов № 7/197, выдано в 2016 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Санкт-Петербургским институтом информатики и автоматизации Российской академии наук. В настоящее время Мотиенко Анна Игоревна работает научным сотрудником в отделе аспирантуры и информационно-образовательных технологий и услуг в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук, а также по совместительству преподавателем кафедры физики, математики и информатики в государственном бюджетном образовательном

учреждении высшего профессионального образования Первом Санкт-Петербургском государственном медицинском университете имени академика И. П. Павлова Министерства здравоохранения РФ.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации Российской академии наук.

Научный руководитель – кандидат технических наук БАСОВ Олег Олегович, федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, кафедра многоканальной электросвязи, доцент.

Официальные оппоненты:

ЯЦУН Сергей Федорович, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет», кафедра механики, мехатроники и робототехники, заведующий кафедрой;

РУДИАНОВ Николай Александрович, доктор технических наук, доцент, 3-й Центральный научно-исследовательский институт Министерства обороны Российской Федерации, начальник отдела
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Государственный научный центр Российской Федерации федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт робототехники и технической кибернетики», г. Санкт-Петербург в своем положительном заключении, подписанном Макарычевым Владимиром Павловичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником 322 лаборатории "Алгоритмического обеспечения и математического моделирования динамических систем" и утвержденном Лопотой А.В., директором-главным конструктором, указала, что диссертация Мотиенко Анны Игоревны является законченной научно-квалификационной работой. Достоверность научных положений, представленных в диссертации, подтверждена экспериментальной проверкой предлагаемых методик путем проведения натурного эксперимента с точным соблюдением условий статистической теории планирования эксперимента.

Диссертация написана грамотным научно-техническим языком с соблюдением установленных требований, построена логически правильно, достаточно структурирована и аккуратно оформлена. Использована принятая в данной научной области терминология. Имеются ссылки на первоисточники. Работа содержит необходимое количество статистических данных, формул и иллюстраций. По каждому разделу и работе в целом сформулированы четкие, аргументированные выводы. Автореферат полностью соответствует диссертации и содержит основные ее элементы. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Мотиенко Анна Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 6 работ, из них опубликованных в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, – 4, входящих в международную систему цитирования Scopus и/или «Сеть науки» – 2.

Основные научные результаты опубликованы в 12 научных трудах общим объемом 6 п.л., из которых 11 статей объемом 5,69 п.л., выполнены в соавторстве, а 1 статья объемом 0,31 п.л. – лично; получено авторское свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. **Мотиенко А.И.**, Макеев С.М., Басов О.О. Анализ и моделирование процесса выбора положения для транспортировки пострадавшего на основе байесовских сетей доверия // Труды СПИИРАН. 2015. Вып. 43. С. 135–155. *Личный вклад соискателя 70%*.

2. **Мотиенко А.И.**, Ронжин А.Л., Павлюк Н.А. Современные разработки аварийно-спасательных роботов: возможности и принципы их применения // Научный вестник НГТУ. 2015. Том 60. №3. С. 147–165. *Личный вклад соискателя 70%*.

3. **Мотиенко А.И.** Планирование тактической траектории движения автоматизированных робототехнических средств при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций // Научный вестник БелГУ. 2016. № 2(223). Вып. 37. С. 139–143.

4. **Мотиенко А.И.**, Тарасов А.Г., Дорожко И.В., Басов О.О. Проактивное управление робототехническими системами спасения пострадавших // Труды СПИИРАН. 2016. Вып. 46. С. 174–195. *Личный вклад соискателя 60%*.

5. **Motienko A.I.**, Ronzhin A.L., Basov O.O., Zelezny M. Modeling of Injured Position During Transportation Based on Bayesian Belief Networks // Proceedings of the First International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI’16). Springer International Publishing. 2016. pp. 81–88. *Личный вклад соискателя 60%*.

6. **Motienko A.I.**, Dorozhko I.V., Tarasov A.G., Basov O.O. Proactive Robotic Systems for Effective Rescuing Sufferers // Interactive Collaborative Robotics: First International Conference (ICR 2016). Springer International Publishing. 2016. LNCS 9812. – pp. 172–180. *Личный вклад соискателя 60%*.

7. **Мотиенко, А.И.** Анкетирование эксперта по травмам / Мотиенко А.И., Бухарин В.В. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016619548 от 23.08.2016. *Личный вклад соискателя 80%*.

Оригинальность содержания диссертации составляет не менее 89% от общего объёма текста; цитирование оформлено корректно; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем учёной степени в соавторстве без ссылок на соавторов не выявлено.

На автореферат диссертации поступило 11 отзывов, все отзывы положительны:

1) Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. Отзыв составил заведующий кафедрой информационной безопасности, д.т.н., профессор Ерёмченко В.Т. Замечания: 1) в автореферате в полной мере не раскрыты вопросы, касающиеся реализации разработанной системы поддержки принятия решений в существующих образцах робототехнических средств; 2) в материалах автореферата не нашло отражение обоснование выбора метода оптимизации, применяемого при оценке эффективности принятия решений о способе спасения пораженных с использованием робототехнических средств.

2) Воронежский институт ФСИИ России. Отзыв составил начальник кафедры информационной безопасности и телекоммуникационных систем, д.т.н., доцент

Душкин А.В. Замечания: в исходных данных эксперимента автора не указана площадь поражения и нечетко определены условия расположения пострадавших. Если проверялись разные варианты, как указано автором, то, наверное, результатом не может быть одно число, должен быть указан диапазон значений.

3) Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ». Отзыв составил профессор кафедры электронных приборов и устройств, д.т.н. Грязнов А.Ю. Замечания: 1) в тексте автореферата недостаточно подробно представлены условия, порядок и ход осуществления проведенного автором эксперимента; 2) в автореферате недостаточно подробно представлены результаты оценки снижения степени риска для спасателей, достигаемые при внедрении разработанных автором методик и использовании РТС при проведении спасательных работ.

4) ФГБУН Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского научного центра РАН. Отзыв составил старший научный сотрудник лаборатории информационных технологий управления региональным развитием, к.т.н., доцент Маслобоев А.В. Замечания: 1) работа в целом посвящена разработке методик спасения пораженных в результате аварий на ОПО путем применения РТС. Однако в работе в достаточной степени обоснована и апробирована лишь первая часть исследования – разработка методов и моделей спасения, по поводу же второй части (применения РТС) в работе сказано, что в настоящее время существуют лишь частные решения поддержки принятия решения, слабо адаптированный к их реализации в робототехнических средствах. В связи с этим возможность конкретной технической реализации представленных автором моделей и методик РТС и их применения при спасении пораженных людей, по-видимому, остается одним из направлений дальнейшего исследования; 2) полученные в работе результаты, посвященные разработке моделей и методик оптимизации спасения поражённых в результате аварий людей, все же находятся на стыке технических и медицинских наук. В связи с этим, целесообразно было бы рекомендовать апробацию и публикацию полученных результатов не только на конференциях и в журналах технической направленности, но и в научно-медицинских изданиях и конференциях.

5) Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения. Отзыв составили директор института инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, д.т.н., профессор Шишлаков В.Ф. Замечания: 1) в автореферате не обоснован выбор аппарата байесовских сетей доверия для моделирования процессов определения положения для транспортировки пораженных, не представлены его достоинства по отношению к другим методами нечеткого вывода; 2) не ясен смысл частных критериев оптимизации, представленных в третьем столбце таблицы 1 (стр. 10).

б) Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Отзыв составили проректор по научной работе и инновациям, д.т.н., профессор Мещеряков Р.В., доцент кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем, к.т.н. доцент Костюченко Е.Ю. Замечания: 1) не обоснована полнота перечня наиболее распространенных травм (стр. 10, рис. 2); 2) в табл. 1, стр. 10 автореферата некоторые критерии (например, строка 4) являются составными и противоречащими друг другу (как и бывает в задачах многокритериальной оптимизации). Не понятно, как они сводятся в итоговый критерий, по которому проводится оптимизация; 3) нет пояснений к выбору исходных данных эксперимента. Например, если увеличить количество спасателей до 100, то они спасут всех пострадавших за установленное время; 4) возможно было бы уместно привести сравнительную оценку по экономическим затратам на применение спасателей и РТС.

7) Рязанский государственный радиотехнический университет. Отзыв составил доцент кафедры радиоуправления и связи, к.т.н. доцент Дмитриев В.Т. Замечания: 1) в автореферате недостаточно подробно показаны возможности использования РТС для реализации разработанных автором модели и методики спасения поражённых. Например, разработанная диссертантом методика оптимизации структуры робототехнического средства спасения пораженных, разработанная автором, в автореферате из-за ограниченности его объема почти не представлена; 2) оценка эффективности предлагаемых автором решений производилась на основе лишь одного частного показателя эффективности – темпа (интенсивности) спасения людей (число спасенных за час работы). В то же время достаточно любопытным было бы

использование в работе других частных показателей эффективности – например, оценки снижения степени риска для спасателей при использовании РТС, стоимость реализации подобных систем по сравнению со стоимостью работы дополнительного числа спасателей, и пр.; 3) в работе было бы целесообразно более полно показать возможные достоинства РТС спасения пораженных по сравнению с традиционными спасательными отрядами (например, расширенные возможности поиска РТС, возможность их работы в экстремальных условиях и пр.).

8) Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». Отзыв составил заведующий кафедрой автоматизированных и информационных систем управления, д.т.н., профессор Еременко Ю.И. Замечания: 1) не отражены решения частных задач оптимизации процесса спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах (табл. 1); 2) не представлены результаты применения методики оптимизации структуры робототехнических средств спасения пораженных к конкретному типу такого средства (из числа существующих в настоящее время).

9) Научно-исследовательский институт «Рубин». Отзыв составил главный конструктор информационных систем, к.в.н., старший научный сотрудник Кривов О.А. Замечания: 1) не указаны «недостатки» существующих методик поддержки принятия решений о спасении пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах; 2) не раскрыта структура системы поддержки принятия решений о способах спасения; 3) В методике выбора способа спасения пораженного не определен механизм формирования области возможных решений при их принятии на различных этапах спасения пораженных с использованием робототехнических средств.

10) Научно-исследовательский институт телевидения. Отзыв составил заместитель генерального директора по информационным технологиям, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор Кузичкин А.В. Замечания: 1) при описании модели эффективности процесса спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах не в явном виде показан личный вклад автора в

ее разработку, не описаны входные и выходные параметры данной модели, отсутствуют оценки точности и адекватности; 2) методика выбора способа спасения пораженных в результате аварии на опасных производственных объектах представлена в общем виде (рис. 8), что затрудняет понимание особенностей ее применения для решения задачи повышения эффективности спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах с использованием робототехнических средств.

11) Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Отзыв составил профессор кафедры системного анализа и управления, к.т.н., доцент Станкевич Л.А. Замечания: 1) в автореферате на стр. 8 сказано, что за основу для определения эффективности работ по спасению принят известный общий закон (3), однако неясно, насколько это оправданно при использовании РТС для автоматизации операций спасения пораженных; 2) на стр. 11 автореферата приведены примеры апостериорных вероятностей событий, полученных с использованием БСД при допущении о независимости событий и равнозначности их вклада в формирование вероятностей, однако не приведены обоснования правильности таких допущений. Кроме того, не показано, как вычислены приведенные в (12) и (13) значения апостериорных вероятностей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что д.т.н., профессор Яцун С.Ф. является известным ученым в области механики, мехатроники и робототехники; д.т.н., доцент Рудианов Н.А. – известный специалист в области роботизации вооружения и военной техники; ведущая организация, Государственный научный центр Российской Федерации федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт робототехники и технической кибернетики», является одним из крупнейших научных центров России в области разработки и создания технических средств робототехники и технической кибернетики космического, воздушного, наземного и морского базирования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны:

методика оптимизации структуры робототехнических средств спасения пораженных, отличающая от известных методик использованием альтернативно-графовой формализации взаимосвязей между различными вариантами построения элементов робототехнического средства и выполняемыми им функциями;

методика планирования траектории движения робототехнических средств транспортировки пораженных, отличающаяся от известных методик использованием алгоритма нахождения K кратчайших путей между двумя заданными вершинами в ориентированном ациклическом графе и процедурой назначения весов вершинам указанного графа с учетом габаритных размеров робототехнического средства транспортировки;

предложены:

модель эффективности процесса спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах, отличающаяся от известных применением в качестве показателя эффективности спасения пораженных темпа (интенсивности) их спасения и обеспечивающей возможность расчета числа обнаруженных и спасенных пораженных в заданный момент времени;

модель поддержки принятия решений о способе спасения пораженных, отличающаяся от известных применением байесовских сетей доверия для решения задач вероятностного прогнозирования положения для транспортировки пораженного, базирующихся на субъективных и неполных данных, формируемых в результате опроса, осмотра и манипуляций с пораженным;

доказана перспективность использования предложенной методики выбора способа спасения пораженных в результате аварии на опасных производственных объектах, определяющей процесс спасения пораженных с использованием робототехнических средств спасения и транспортировки и позволяющей на основе разработанных моделей и методик поддержки принятия решений выбрать рациональную последовательность необходимых действий, обеспечивающую повышение числа обнаруженных и спасенных пораженных;

введены термины и показатели, позволяющие раскрыть суть способа спасения пораженных, оценить его эффективность и формально поставить частные задачи оптимизации процесса спасения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны возможность применения робототехнических средств для спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах; возможность использования разработанной модели поддержки принятия решения о способе спасения пораженных в условиях субъективных и неполных данных; возможность применения предложенного методического обеспечения для повышения эффективности спасения пораженных с использованием робототехнических средств;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использованы элементы теорий эффективности, вероятности, методы статистического анализа, математического программирования, оптимизации, аппарата байесовских сетей доверия и имитационного моделирования;

изложены методологические и методические основы использования моделей, методик поддержки принятия решений и показателей эффективности процесса спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах;

раскрыты противоречия между необходимостью применения робототехнических средств при проведении аварийно-спасательных работ и отсутствием решений в области обеспечения возможности спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах с использованием таких средств и их комплексов;

изучены существующие модели и методики поддержки принятия решений о спасении пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах;

проведена модернизация существующего модельно-алгоритмического и методического обеспечения поддержки принятия решений о способе спасения пораженных с целью повышения эффективности такого спасения с использованием робототехнических средств.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены (указать степень внедрения) следующие результаты диссертационной работы:

1) проблемно-ориентированная классификация аварийно-спасательных робототехнических комплексов и средств; модель выбора положения для

транспортировки раненого (пораженного); методика спасения пораженных в результате аварии на опасных производственных объектах с использованием робототехнических средств; методика выбора рациональной конфигурации технических средств робототехнического комплекса транспортировки раненых и пораженных; научно-методический инструментальный обеспечения функционирования робототехнических комплексов транспортировки раненых и пораженных на этапы медицинской эвакуации использованы в 762 Центральной опытно-конструкторской базе Минобороны России при разработке тактико-технических требований к техническим средствам медицинской эвакуации, предназначенных для эксплуатации в войсковом звене военно-медицинской службы и в составе мобильных медицинских отрядов, задействованных при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени;

2) комплекс моделей поддержки принятия решений о способе спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах, методика выбора способа спасения пораженных в результате аварии на опасных производственных объектах и методика планирования траектории движения робототехнических средств транспортировки пораженных использована в учебном процессе на кафедре автономных систем управления Военно-космической академии имен А.Ф. Можайского;

3) комплекс моделей поддержки принятия решений о способе спасения пораженных, позволяющих определить травмы пораженного, его категорию в зависимости от степени тяжести травм и положение для транспортировки, основанных на байесовских сетях доверия и обеспечивающих возможность решения задач вероятностного прогнозирования, базируясь на субъективных и неполных данных; методика спасения пораженных в результате аварии на опасных производственных объектах, описывающая процесс спасения пораженных и позволяющая выбрать наилучшую последовательность необходимых действий для принятия решений в процессе спасения; методика оптимизации функционирования робототехнических средств в процессе спасения пораженных, позволяющая оценить минимальное число признаков, обеспечивающее корректное определение выявления травм у пораженного и минимизацию времени такого оценивания, а также сократить время проведения

поиска и спасения, использованы в учебном процессе Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения по специальности 27.03.04 – «Управление в технических системах» при выполнении дипломного проектирования, в лекционном материале и лабораторном практикуме учебных курсов «Методы искусственного интеллекта», «Нейронные сети и экспертные системы», «Управление роботами и мехатронными системами»;

определены возможности и перспективы практического использования полученных результатов диссертации при разработке программно-технического обеспечения робототехнических средств спасения пораженных;

создано программное средство, позволяющее получать экспертную информацию относительно травм, их признаков и взаимосвязи;

представлены предложения и направления для дальнейших научных исследований, в основу которых могут быть положены разработанные модели и методики поддержки принятия решений о спасении пораженных.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ воспроизводимость результатов многократных экспериментов, выполненных на сертифицированном современном оборудовании. Достоверность полученных результатов подтверждена проведением всестороннего анализа работ по исследуемой проблеме, корректным применением научно-методического аппарата в виде использованных методов и теорий, согласованностью теоретических положений и выводов с результатами экспериментальной проверки предложенных моделей и методик, апробацией основных результатов диссертации в печатных трудах и докладах на международных и всероссийских конференциях, положительными итогами практической реализации результатов работы;

теория построена на известных принципах, проверенных данных и фактах с использованием современных известных и апробированных методов исследования, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе работ отечественных и зарубежных исследователей в области модельно-алгоритмического и методического обеспечения робототехнических средств; на обобщении передового опыта в этой области;

использованы полученные экспериментальные результаты для сравнения с данными, приведенными в современной научной литературе по вопросам поддержки

принятия решений и обеспечения эффективного функционирования робототехнических средств;

установлено качественное и количественное соответствие результатов решения задачи совершенствования модельно-алгоритмического и методического обеспечения поддержки принятия решений о способе спасения пораженных с результатами, полученными с использованием стандартных методов поддержки принятия решений. При этом подтверждено преимущество решения задач поддержки принятия решений на основе предложенного подхода перед результатами, полученными другими авторами.

Личный вклад соискателя состоит в:

- проблемно-классификационном анализе работ по спасению пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах;
- построении модели эффективности процесса спасения пораженных в результате аварий на опасных производственных объектах;
- построении комплекса моделей поддержки принятия решений о способе спасения пораженных;
- разработке методик поддержки принятия решений о способе спасения пораженных с использованием робототехнических средств;
- экспериментальной проверке разработанного научно-методического инструментария поддержки принятия решений о способе спасения пораженных и моделировании соответствующих процессов с оценкой их эффективности;
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационный совет считает, что Мотиенко А.И. в своей диссертационной работе решила научную задачу разработки моделей и методик поддержки принятия решений о спасении пораженных с использованием робототехнических средств в целях повышения эффективности их спасения, имеющую важное социально-экономическое и хозяйственное значение.

На заседании 09.02.2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Мотиенко А.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации,

участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против 2, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

доктор технических наук,

член-корреспондент РАН

Юсупов Рафаэль Мидхатович

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат технических наук, доцент

09.02.2017 г.

Фаткиева Роза Равильевна