

ОПЫТ РАБОТЫ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ КОМАНД В ПРОЕКТАХ ПО СОЦИАЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ¹

**Н.Н. Зильберман, Р.А. Богачева, Д.А. Гладкий,
Д.Е. Колосовский, А.В. Чекунова**

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Предлагается описание и осмысление опыта реализации проектов по направлению социальной робототехники междисциплинарными командами. Рассматриваемые небольшие проекты демонстрируют два возможных варианта для выполнения междисциплинарными командами: создание робота и разработка эксперимента, для выявления специфики его восприятия. Актуализируется необходимость подготовки специалистов, способных работать в междисциплинарных командах по направлению «Социальная робототехника».

Ключевые слова: социальная робототехника, междисциплинарные команды.

INTERDISCIPLINARY TEAMS EXPERIENCE IN THE SOCIAL ROBOTICS PROJECTS

**N.N. Zilberman, R.A. Bogachova, D.A. Gladky, D.E. Kolosovsky,
A.V. Chekunova**

National Research Tomsk State University

In this article, a description and interpretation of experience projects in the area of social robotics interdisciplinary teams. Projects under consideration show two possible options for performing interdisciplinary teams: the creation sociable robot and development of experiment to identify the specifics of its perception. Actualized the need for training, are able to work in interdisciplinary teams towards social robotics.

Key words: social robotics, interdisciplinary teams.

До недавнего времени роботы были компонентом промышленного производства, а робототехникой занимались электронщики, программисты, разработчики, механики и представители других технических специальностей. За последние десятилетия мы наблюдаем стремительную «социализацию» роботов, появляющихся рядом

¹ Данная статья написана при поддержке гранта РФФИ 12-06-33047 – «Исследования междисциплинарных научных оснований социальной робототехники в контексте гуманитарной информатики».

с человеком в новых сферах: школы, больницы, дом, сфера обслуживания и т.д. [1]. Теперь роботы взаимодействуют с человеком совершенно в ином качестве – как социальные партнеры. Перед разработчиками встанут новые задачи, связанные с социальным взаимодействием робота и человека. Какие коммуникативные стратегии должен использовать робот? Каков его социальный статус? Как воспринимает робота человек? Это только несколько вопросов, связанных с различными аспектами коммуникации. Была осознана необходимость создания команд, в которых будут объединены специалисты различных областей: информатики, электроники, когнитивных наук, психологии, социологии, искусства и т.д. [2]. Также идея объединения специалистов в решении поставленных задач отражается и в появлении нового научного направления – социальной робототехники [3].

Сегодня междисциплинарный подход уже является основным в разработках социальных роботов [4]. Известно много примеров мирового опыта в разработке проектов такими командами, в которых прежде всего отмечается ценность обмена опытом и расширение знаний [5]. Работа в междисциплинарных командах используется и в образовательном процессе по данному направлению. Все больше университетов понимают приоритет междисциплинарных учебных программ и исследований, в том числе в области социальной робототехники [6, 7]. Подобная работа повышает мотивацию участников, развивает критическое мышление и креативность в решении задач, а также позволяет сформировать стратегии управления сложным проектом с участием экспертов из различных областей [8].

В России междисциплинарный подход сегодня тоже присутствует и активно обсуждается как необходимый в формировании специалистов, хотя, на наш взгляд, междисциплинарные команды в разработке проектов именно социальной робототехники – явление все еще редкое. До сегодняшнего времени понимание междисциплинарности в робототехнике сводится, как правило, к использованию методов различных областей технического направления: физики, механики, математики, информатики, электроники и т.д. [9]. В данной статье предлагается описание и осмысление опыта реализации проектов по направлению «Социальная робототехника» междисциплинарными командами, включающими участников гуманитарных и технических специальностей. Рассматриваемые небольшие проекты демонстрируют два возможных варианта для выполнения междис-

циплинарными командами: создание робота и разработка эксперимента для выявления специфики его восприятия.

Проект «Робоцветик» (создание робота)

Целью проекта являлось создание роботизированного арт-объекта, который может взаимодействовать с человеком с элементами социальности. Проектная команда состояла из двух человек, представляющих гуманитарное и техническое направление. Роли в команде были распределены следующим образом. Руководитель проекта, филолог, разработал общую концепцию арт-объекта, дизайн и способы взаимодействия с человеком. Инженер занимался технической реализацией проекта. На каждом этапе проекта оба участника команды так или иначе вносили свой вклад, вырабатывая общую стратегию.

На первом этапе был разработан общий концепт проекта – устройство, способное взаимодействовать с человеком посредством цвета. Цвет рассматривался как результат субъективного восприятия, поэтому больший акцент должен быть сделан на человека: его цветовые предпочтения, наиболее характерные эмоциональные состояния, события и ситуации для него и актуальные в данный конкретный момент и т.д. [10]. В качестве научной основы были использованы исследования М. Люшера [11]. Далее совместно проведен анализ примеров существующих светодинамических конструкций, выполненных российскими компаниями: «PROCBET», «Spbscreen» и «Светодизайн». Выявлено, что их конструкции были изготовлены для декорирования и могут выполнять только функцию подсветки пространства. В результате анализа был определен культурный интерфейс арт-объекта, за основу которого выбран цветок. Под культурным интерфейсом – термином, введенным Львом Мановичем [12], понимается общий дизайн социального робота, совмещающий в себе конвенции традиционных культурных форм и конвенции интерфейса «человек – компьютер». Также применяется синонимичный термин «социальный интерфейс» [13]. Высота робота составляет 38 см, масса 2 кг, что обеспечивает как мобильность устройства, так и комфортный для восприятия человеком размер. Использовались желтый и красный цвета (светодиодов) лепестков, потому что они производят положительный бодрящий эффект [11]. Элементы устройства, имитирующие листья, стали зелеными, что

коррелирует с природным объектом, соответственно более привычно для восприятия. Также зеленый цвет, согласно Люшеру, является антиподом желтого цвета и оказывает умиротворяющее воздействие. Одновременно в культурный интерфейс были добавлены гуманоидные черты: центр цветка, ассоциирующийся с лицом, и светодиоды, имитирующие глаза.

Выбрано имя устройства, которое составляет один из социальных компонентов, – «Робоцветик». Семантика внутренней формы слова передает синтез природного и искусственного, в то же время диминутивный суффикс *-тик* указывает на малый размер и положительные коннотации.



Рис. 1. Диаграмма топологий

На втором этапе при большем участии инженера была разработана принципиальная схема устройства, скорректирован бюджет и сроки проекта, выбрана компонентная база, составлены алгоритмы взаимодействия системы внутренних узлов устройства. В «Робоцветике» задействовано 650 светодиодов и запрограммировано два режима свечения: стационарный, когда зажигаются все светодиоды одновременно, и интеракционный, реагирующий на датчик удара. Второй режим был разработан для того, чтобы у человека была возможность взаимодействия с роботом. В качестве основного контроллера было решено использовать контроллер Arduino, разновид-

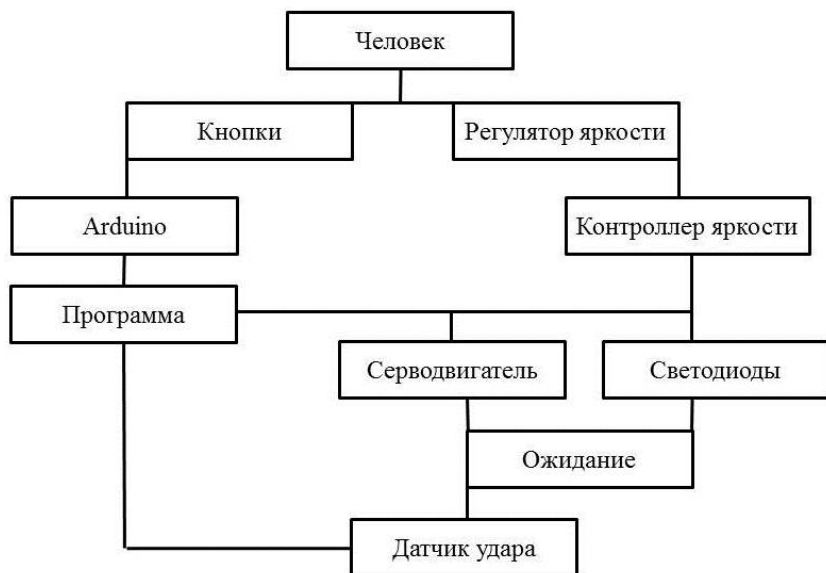


Рис. 2. Диаграмма взаимодействий систем

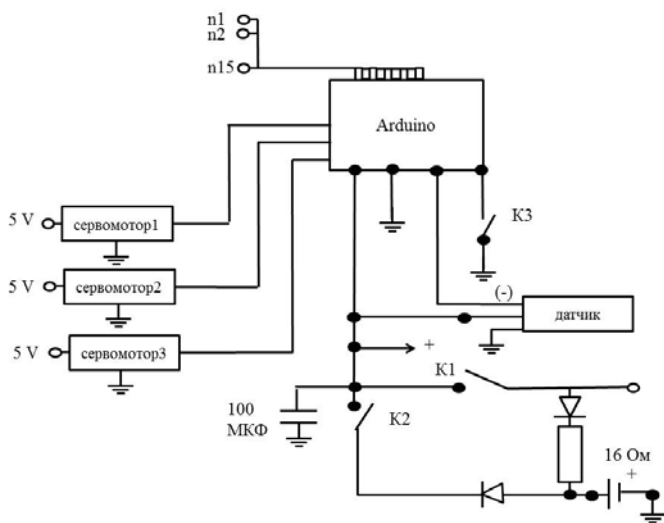


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема блока коммутации и блока управления

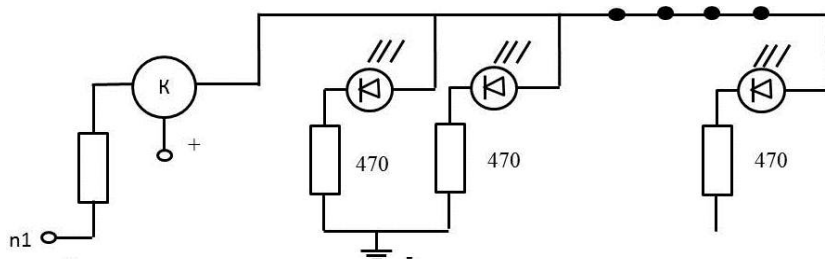


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема модуля зажигания светодиодов

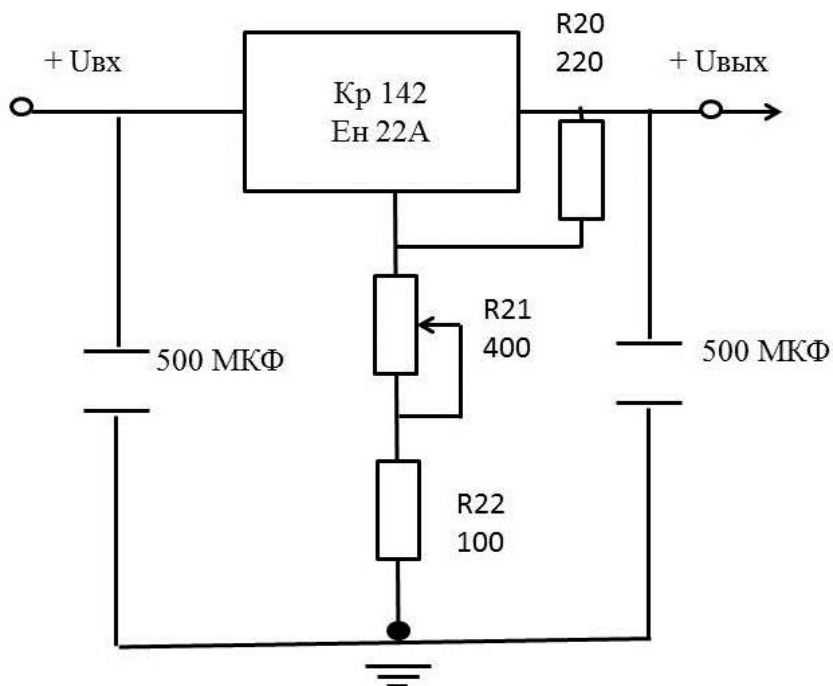


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема регулятора яркости

ность Duemilanove. Движение «глаз» и листьев обеспечивают сервомоторы. Для обеспечения регуляции яркости свечения был использован специальный контроллер. Ниже представлены схемы характеристики устройства (рис. 1–6).

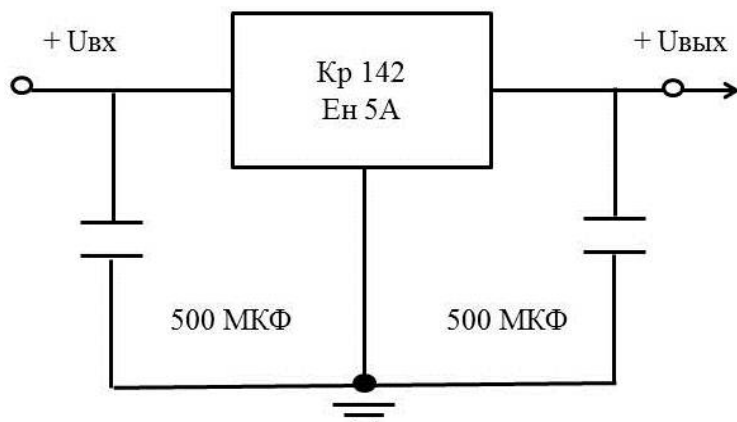


Рис. 6. Принципиальная электрическая схема подключения сервомоторов

Технические характеристики проекта «Робоцветик»: внешнее напряжение питания: 6–15 V, для зарядки: не менее 9 V (12 ч), 12 V (6 ч) 15 V (3 ч). Напряжение питания со встроенного li-ion аккумулятора для автономной работы: 7,2 V, 2,6 A/h (возможность расширения до 7,5 A/h), режим работы от сети совмещён с режимом зарядки. Потребляемая мощность от сети не более 20 Вт. Время работы: от сети, неограниченно. Время работы от внутреннего аккумулятора: максимальная яркость в режиме «Робот» – 2,5 ч, в режиме «Светильник» – 1 ч; средняя яркость «Робот» – не менее 7 ч, «Светильник» – 3.

На третьем этапе участником-филологом были организованы презентации проекта. В рамках этой деятельности были выбраны форма презентации устройства, коммуникативные стратегии при взаимодействии с целевой аудиторией, стратегия создания позитивного имиджа устройства и команды. «Робоцветик» был успешно представлен в качестве выставочного экспоната в г. Томске на «Innovus-2013», открытой лекции «Роботы и человек: вчера, сегодня, завтра», в дне робототехники в НИ ТГУ «Роботы, которые ползают, катаются и летают», выставке «РобоОсень-2013».

Проект «Разработка эксперимента»

Цель проекта – разработка эксперимента для выявления специфики восприятия социального статуса робота при коммуникации с человеком. Этот проект в большей степени решает задачи теории

коммуникации и социологии, два члена группы представляли гуманитарное направление и один – техническое. На первом, подготовительном, этапе участники-филологи разработали общую концепцию эксперимента, включающую цели, задачи, методологию проведения и анализа данных, теоретическую базу исследования. Эксперимент проводился на базе гуманоидной платформы Nao [14].

В процессе эксперимента респонденты участвуют в диалогах с роботом, которые соотносятся с различными статусно-ролевыми моделями поведения. Предметом исследования выбрано реляционное измерение [15] статусно-ролевых характеристик по отношению к адресату при взаимодействии человека и робота. Выявлено, что «пары социальных ролей – наиболее типичная форма ролевого взаимодействия людей. Соотношение ролей в таких парах может быть тройким:

1) роль первого участника ситуации (X) выше роли второго участника ситуации (Y): $P_x > P_y$;

2) роль первого участника ситуации ниже роли второго участника: $P_x < P_y$;

3) роли обоих участников ситуации равны: $P_x = P_y$ » [16].

Филологи подготовили речевые сценарии каждой статусно-ролевой модели для разной целевой аудитории: дети в возрасте 6–11 лет, дети в возрасте 12–15 лет, студенты (возраст 18–25 лет) и взрослые после 25 лет. В текстовой части сценария содержались слова и речевые тактики, маркирующие определенные статусно-ролевые характеристики, которые побуждают адресата выбирать – поддерживать или нет заданную модель коммуникации. Приведем пример текстового сценария для модели $P_x < P_y$ в коммуникации с детьми в возрасте 6–12 лет (в скобках указаны комментарии):

– *Привет! Меня зовут НАО. А тебя?* (Робот использует разговорное приветствие и этикетную контактоустанавливающую тактику знакомства, приемлемую для моделей $P_x < P_y$ и $P_x = P_y$).

– Ответ респондента.

– *Мне уже 5 лет. А тебе?* (Робот обозначает свой ролевой статус посредством маркирования возраста, он «младше» респондента, соответственно ниже его по данному параметру, задается модель $P_x < P_y$).

– Ответ респондента.

– *Ого! Ты старше меня! А можно с тобой познакомиться?* (Акцентируется внимание респондента на значимость возрастного кри-

терия в устанавливаемой статусно-ролевой модели коммуникации. Тактика запроса на знакомство закрепляет модель $R_x < R_y$).

– Ответ.

– *Пожалуйста, назови 5 своих качеств.* (Использование этикетных слов в тактике просьбы свойственно для моделей $R_x < R_y$ и $R_x = R_y$, количество качеств ограничивает ответ респондента).

– Ответ.

– *Ух ты! А я просто, добрый, хороший, уже умею считать и рисовать, но не всегда слушаюсь маму и боюсь воспитательницу, привидений и темноты, а ты?* (Тактика одобрения и восхищения ответом респондента свойственна модели $R_x < R_y$, характеристика робота имитирует речевые тактики ребенка и смоделирована на основе предварительного анализа детской речи. В конце высказывания робот актуализирует личностную тематику и сообщает о своих страхах, запрашивая подобную информацию у респондента).

– Ответ респондента.

– *Будешь?* (Использована разговорная тактика угощения: робот предлагает респонденту конфету).

– Ответ респондента.

– *Ладно! Помоги мне, пожалуйста, заполни эту анкету! Мои взрослые друзья тебе все расскажут. Спасибо тебе большое. Пока-пока!* (Последние высказывания выполняют функцию завершения диалога, тактики просьбы и прощания представлены в рамках моделей $R_x < R_y$ и $R_x = R_y$).

Взаимодействие с роботом включало не только текстовый компонент, но и невербальные элементы, которые были запрограммированы отдельно, согласно принятой системе коммуникативных знаков. Для каждой речевой ситуации был также смоделирован подходящий голос, маркирующий возраст и пол.

Задачей третьего этапа для программиста стало написание программы. Для управления роботом в ходе эксперимента использовалось приложение Choregraphe. Реплики робота в диалогах с испытуемыми были записаны и представлены в виде звуковых файлов формата wav. Созданы анимации движения робота во время диалога с человеком, которые были синхронизированы со звуковыми дорожками. Управление осуществлялось в режиме реального времени. Связь с роботом проходила посредством Wi-Fi соединения, что позволило оператору находиться вне зоны видимости испытуемого и имитировать автономность робота. При обращении к блоку скриптов

с необходимой связкой реплика – движение воспроизводилась реакция робота во время диалога.

Первый эксперимент взаимодействия робота и ребенка по трем моделям $R_x > R_y$, $R_x = R_y$, $R_x < R_y$ был успешно проведен. В эксперименте приняло участие 116 детей в возрасте от 6 до 11 лет. После взаимодействия ребенка и робота экспериментатор проводил беседу с респондентом с целью получения рефлексии испытуемого. В настоящее время собрана база видеозаписей эксперимента и последующих бесед, общее время составляет 15 ч 46 мин. Она представляет практическую ценность как для психологов, культурологов, филологов, социологов, так и разработчиков, задействованных в подготовке проектов социальных роботов, для проведения дальнейших исследований или доработки устройств.

Заключение

Итак, были рассмотрены два примера проекта, возможных для междисциплинарных проектов социальной робототехники. Очевидно, что работа междисциплинарных команд эффективна и показывает хорошие результаты. Отмечено, что в процессе совместной работы у всех участников, помимо необходимых коммуникативных компетенций, также формируются дополнительные компетенции, выходящие за рамки их специализации. Распределение ролей в команде, безусловно, определяется целями проекта, но видится продуктивным в рамках социальной робототехники на этапах создания робота доверять формирование общей концепции представителям гуманитарного направления с участием и коррекцией участников естественнонаучного и технических направлений. Реализация практической части является задачей инженеров, разработчиков, программистов, биологов и др. На этапе апробации устройства в части взаимодействия с человеком специалисты гуманитарного направления могут применить методологию, позволяющую выявить элементы, требующие доработки.

В свете открывающихся перспектив в разработке социальных роботов видится необходимым планомерная подготовка специалистов, способных работать в междисциплинарных командах. Подобная работа должна осуществляться в два этапа. Прежде всего, на уровне базовой модели содержания образования (бакалавриата) нужно по-новому подойти к разработке программ блока гуманитар-

ных и естественнонаучных дисциплин для непрофильных специальностей. Многие исследователи отмечают изолированность профильной подготовки студентов, наличие негативного отношения к непрофильным дисциплинам, формирование отрицательных стереотипов о несостоятельности, например, гуманитарных дисциплин [16, 17] и т.д. – все это, несомненно, создает барьер для будущей междисциплинарной деятельности. Вторым этапом такой подготовки может стать совместная проектная и исследовательская деятельность в рамках магистерских программ. На этом этапе все участники уже владеют необходимыми знаниями и навыками своего профиля и могут внести ценный вклад в общий проект, а также максимально сформировать коммуникативные умения находить эффективные пути сотрудничества и обмена компетенциями. Также следует отметить, что междисциплинарный подход отвечает требованиям ФГОС третьего поколения.

Опыт разработки рассмотренных проектов междисциплинарными командами показал состоятельность и эффективность такого подхода. Использование принципа максимальной междисциплинарности в проектах по направлению социальной робототехники представляется как наиболее перспективный и оптимальный для достижения высоких результатов в данной области.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Castellano G., Peters C.* Socially perceptive robots: Challenges and concerns // *Interaction Studies*. 2010. Vol. 11, № 2. P. 201.
2. *Burke J.L. et al.* Final report for the DARPA/NSF interdisciplinary study on human-robot interaction // *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews*, IEEE Transactions on. 2004. Vol. 34, № 2. P. 103–112.
3. *Duffy B.R.* Fundamental issues in social robotics // *International Review of Information Ethics*. 2006. Vol. 6, № 12. P. 2006 [Электронный ресурс] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.3293&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 2.12.2013).
4. *Streater J. et al.* Towards an Interdisciplinary Understanding of Perspective for Human-Robot Teamwork // *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. SAGE Publications. 2011. Vol. 55, № 1. P. 1481–1485.
5. *Ihsen S., Schneider W., Scheibl K.* Interdisciplinary research collaborations and learning processes of engineers and social scientists during the development of a robot for seniors in Europe // *World Transactions on Engineering and Technology Education*. 2012. Vol. 10, № 2 [Электронный ресурс] [http://www.wiete.com.au/journals/WTE%26TE/Pages/Vol.10, №20No.2%20\(2012\)/04-Schneider-W.pdf](http://www.wiete.com.au/journals/WTE%26TE/Pages/Vol.10, №20No.2%20(2012)/04-Schneider-W.pdf) (дата обращения: 2.12.2013).
6. *Bonarini A., Romero M.* Robotics and Design: An Interdisciplinary Crash Course. Education // *IEEE Transactions on* (Vol. 56, № 1). 2013. P. 110–115.

7. *Kapadia A. et al.* «Architectural Robotics»: An interdisciplinary course rethinking the machines we live in // Robotics and Automation (ICRA), 2010 IEEE International Conference on. IEEE. 2010. P. 48–53.

8. *Wang Y. et al.* AC 2010-279: AN INTERDISCIPLINARY UNDERGRADUATE COURSE BRIDGING THE GAPS BETWEEN ENGINEERING, SCIENCE AND THE ARTS. 2010 [Электронный ресурс] <http://www.tcnj.edu/~nakra/Publications/ASEE2010.pdf> (дата обращения: 2.12.2013).

9. *Лазарев М.В.* О связи робототехники с механикой, электроникой и программированием, а также о междисциплинарных связях // Вестн. 2013. Т. 11, № 139 [Электронный ресурс] http://vestnik.tspu.ru/files/PDF/articles/lazarev_m_v_132_136_11_139_2013.pdf (дата обращения: 2.12.2013).

10. *Светоцветовая терапия.* Смысл и значение цвета: информация – цвет – интеллект. СПб.: Речь, 2001. 256 с.

11. *Собчик Л.Н.* Метод цветовых выборов – модификация восьмицветового теста Люшера: практ. руководство. СПб.: Речь, 2013. 128 с.

12. *Manovich L.* The language of New Media. MIT Press, 2001 [Электронный ресурс] <http://www9.georgetown.edu/faculty/irvinem/theory/Manovich-LangNewMedia-excerpt.pdf> (дата обращения: 25.12.2013).

13. *Hegel F. et al.* Understanding social robots // Advances in Computer-Human Interactions, 2009. АСН'09. Second International Conferences on // IEEE. 2009. P. 169–174.

14. *Официальный сайт о гуманоидной платформе Nao* [Электронный ресурс] <http://www.aldebaran-robotics.com/en/> (дата обращения: 2.12.2013).

15. *Карасик В.И.* Язык социального статуса. М.: Ин-т языкознания РАН; Волгогр. гос. пед. ин-т, 1992. 330 с.

16. *Крысин Л.П.* Социальный аспект владения языком // Социальные компоненты в семантике языковых единиц. 1989. URL: http://destructionen.narod.ru/krysyn_komponenty. (дата обращения: 25.12.2013).

17. *Шевцова Г.В.* Компаративный анализ приоритетных направлений в разработке образовательных программ по гуманитарным дисциплинам в инженерном образовании США и Европы // Вестн. Том. гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2010. № 12. С. 102.

18. *Земцова В.И., Кичигина Е.В.* Комплекс естественнонаучных заданий и вопросов как средство развития естественнонаучной образованности у студентов педагогического направления гуманитарных профилей // Педагогическое образование в России. 2012. № 3. http://journals.uspu.ru/attachments/article/165/Педагогическое%20образование%20в%20России_2012_3_ст.%2017.pdf