III INTERNATIONAL CONFERENCE
INTELLIGENT TECHNOLOGIES
AND MEANS OF REHABILITATION
OF PEOPLE WITH DISABILITIES

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
041CD9B1001CAF77894D606F5F479EB1E9
Владелец: Сахарчук Елена Сергеевна
Действителен: с 26.09.2022 до 26.09.2023

Интеллектуальные технологии, средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями

(ИТСР-2018)

III МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
29-30 НОЯБРЯ 2018 г.

МОСКВА
2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Московский государственный
гуманитарно-экономический университет (МГГЭУ)

Факультет прикладной математики и информатики
Научно-образовательный центр

Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2018)

III международной конференции
Москва, 29–30 ноября 2018 года

III International Conference Intelligent technologies and means of rehabilitation of people with disabilities (ITSR-2018)
Moscow, 29–30 november, 2018

Москва
2018

УДК 007:004.8:004.272.43
ББК 32.813
И 73

И 73 **Интеллектуальные технологии** и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2018) / труды III международной конференции (Москва, 29–30 ноября 2018 года). – М.: МГГЭУ, 2018. – 340 с.

Рассмотрено современное состояние теоретических вопросов философии, когнитивно-информационных технологий, математики, компьютерных наук, касающихся инклюзивных процессов реабилитации и абилитации. Определена сущность медицинской робототехники как инструмента компенсации, преодоления физических недостатков, а также создания перспективных кибернетических робототехнических интеллектуальных систем и их элементов. Особое внимание в трудах конференции уделено вопросам развития когнитивного интернет-пространства, создания интернет-вещей, умных объектов (Smart Cities), инклюзивных реабилитационных социальных, экономических сервисов.

Материалы предназначены для студентов, аспирантов, преподавателей, а также всех интересующихся вопросами интеллектуальных технологий, средств реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями.

Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9799-0117-6

© Коллектив авторов
© МГГЭУ, 2018

Конференция проведена при участии:

Российского фонда
фундаментальных исследований (Грант 18-08-20107\18)

Российской ассоциации искусственного интеллекта (РАИИ),

Общероссийской общественной организации «Центр по оказанию помощи инвалидам с нарушением опорно-двигательного аппарата»,

Секции КИБЕРНЕТИКИ ЦДУ РАН,

Кафедры кибернетики
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,
МГУГИК, НИУ(МЭИ),
Кафедры Промышленного дизайна РГУ им. А.Н. Косыгина
и других организаций.
МГГЭУ

107150, Москва, ул. Лосиноостровская дом 49,
тел (495)160-2205, 89161128784
Информация на **www.mggeu.ru, e-mail: nikae1936@yandex.ru**

Уважаемые коллеги!

Мы рады приветствовать вас на III Всероссийской конференции «Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями» (ИТСР-2018), проводимой Государственным образовательным учреждением высшего профессионального инклюзивного образования «Московский государственный гуманитарно-экономический университет», Федеральным учебно-методическим центром по обучению лиц с нарушением опорно-двигательной системы.

Публикуемые материалы конференции отражают круг актуальных проблем и задач, связанных со стратегическим будущим и настоящим социальной реабилитации людей с ограниченными возможностями. Интеллектуальные, когнитивные технологии реабилитации людей с ограниченными возможностями представляют собой фундаментальное научное направление и являются источником инновационных идей, обладающих новизной, уникальностью, продуктивностью, возможностью их дальнейшего развития по мере освоения предмета исследования и использования в научно-педагогической деятельности. Выражаем глубокую благодарность всем участникам конференции, доклады и работы которых свидетельствуют о росте интереса не только к теоретическим проблемам реабилитации, но и к реальным прикладным разработкам средств реабилитации, выполненным с применением интеллектуальных и когнитивных технологий.

В.Д. Байрамов — доктор социол. наук, профессор,
ректор Московского государственного
гуманитарно-экономического университета

Уважаемые коллеги!

В соответствии с приказом ректора В.Д. Байрамова (от 13.12.2018 № 669) 29–30 ноября 2018 года в МГГЭУ проведена III международная конференция «Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями» ***(ИТСР-2018).***

Образованы программный и организационный комитеты.

Программный комитет в составе: Председатель — Байрамов В.Д. — доктор социологических наук, профессор, ректор МГГЭУ;

Заместитель председателя Петрунина Е.В. — канд. тех. наук, декан факультета прикладной математики и информатики.

Члены программного комитета: Васильев С.Н. академик РАН, Герасимов А.В. д-р филос. наук, профессор МГГЭУ, Сафронов А.И. д-р мед. наук, ПИУВ, филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава РФ, Филист С.А. д.т.н., профессор Ю-ЗГУ г. Курск, Кадымов В.А. д-р физ.-мат. наук, профессор МГГЭУ, Кирсанов М.Н. д-р физ.-мат. наук, мех.-мат. фак. МГУ им. М.В. Ломоносова, Рыбина Г.В. д-р тех. наук, каф. кибернетики ГИЦЯИ МИФИ, Юрьев Г.П., д-р мед. наук, канд. психол. наук, врач высшей категории, Пузанкова Е.Н. д-р пед. наук, профессор, советник при ректорате МГГЭУ, Тарасов В.Б. канд. тех. наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Беликов В.Г. д-р тех. наук, профессор, ООО «Зевсавиа», Бытачевская Т.Н. д-р искусствовед. наук, профессор РГУ им. А.Н. Косыгина, Истомина Т.В. д-р тех. наук, профессор МГГЭУ.

Организационный комитет: председатель — Петрунина Е.В. — канд. тех. наук, декан факультета прикладной математики и информатики; ***члены организационного комитета:*** Байрамов Э.В., Белоглазов А.А., Бобко С.А., Васильев Е.В., Казанадзе А.С., Савельева О.Н., Хованская Е.А.

Участниками **международной конференции ИТСР-2018** стали представители научной общественности 9 стран: России, Азербайджана, Казахстана Белоруссии, Армении, Китая, Сингапура, Туниса, Канады. Участники представляли 20 различных городов мира и более 40 *предприятий и организаций.*

Зам. председателя Программного комитета,
председатель Организационный комитет:
декан факультета ПМиИ канд. тех. наук
Е.В. Петрунина

Уважаемые коллеги!

Основная тема **Третьей международной конференции «Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями»** посвящена исследованию сущности инклюзивного процесса реабилитации и абилитации, проявляющейся в обеспечении **совместимости человека с физическими особенностями развития с социумом и является актуальной государственной задачей, важность решения которой постоянно растет.**

Инклюзивный процесс может быть осуществлён путем компенсации имеющихся нозологических отклонений, используя средства интеллектуальных информационных технологий, когнитивной, виртуальной психологии, нейропсихологии. Показано современное состояние теоретических вопросов философии, когнитивно-информационных технологий, математики, компьютерных наук в области инклюзивных процессов реабилитации и абилитации. Основной вектор когнитивной конвергентной функциональной нейрореабилитационной педагогики направлен на расширение базы мыследеятельности, приобретение дополнительных знаний, направленных на самого человека, на развитие его интеллектуальных способностей.

В этой связи были выделены три темы.

Тема 1 **Теоретические вопросы философии, когнитивно-информационных технологий, математики, компьютерных наук, в инклюзивных процессах реабилитации и абилитации.** Инклюзивный процесс проявляется как междисциплинарная наука («метанаука») об управлении в живых и технических системах и рассматривается в плане методологии, философии, математических, технических проблем кибернетики. Онтологические когнитивные системы, создаются, чтобы понимать, анализировать, учиться, думать и преодолевать препятствия.

Тема 2. **Научно-технические проблемы медицинской кибернетики как инструмента реабилитации и абилитации.** Центром внимания секции является личность с ограниченными физическими возможностями, требующая знаний о функциональных системах человека и кибернетических системах реабилитации, нейростимуляции, нейрореабилитации отдельных систем организма в различные периоды жизни.

Тема 3. **Развитие когнитивного пространства интернет, создание интернет-вещей**, **умных объектов, центров обработки данных, инклюзивных реабилитационных социальных, экономических сервисов и регулирования правовых отношений.**

Труды **Третьей международной конференции «Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями»** включают обзорные и специализированные доклады ведущих учёных, преподавателей, а также презентации результатов исследований аспирантов, студентов, которые отражены в пленарных докладах, выступлениях и обсуждениях в секции с различными направлениями.

На конференции было представлено 78 докладов. Отдельные темы докладов представлены в сборнике Трудов конференции, фоторепортаже, видеоматериалах на сайте https://lrformula.ru/mggeu/conf/default.aspx, а также на www.mggeu.ru

Руководитель проекта ИТСР-2018
Руководитель НОЦ МГГЭУ
канд. тех. наук, доцент А.Е. Никольский

Никольский А.Е.
Московский государственный
гуманитарно-экономический университет «МГГЭУ»
nikae1936@yandex.ru

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА РЕАБИЛИТАЦИИ И АБИЛИТАЦИИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Аннотация: *Основная тема посвящается исследованию сущности инклюзивного процесса реабилитации и абилитации, проявляющейся в обеспечении совместимости человека с физическими особенностями развития, с социумом, путем компенсации имеющихся нозологических отклонений, используя средства интеллектуальных информационных технологий, когнитивной, виртуальной психологии, нейропсихологии.*

Ключевые слова: *инклюзия, реабилитация, интеллектуальные технологии, когнитивность, онтология, совместимость, интернет, медицинская кибернетика.*

A.E. Nikolsky «MGGEU»

INTELLIGENT TECHNOLOGIES AND MEANS OF REHABILITATION AND ABILITATION OF PEOPLE WITH RESTRICTED OPPORTUNITIES

Annotation: *The main topic is devoted to the study of the essence of the inclusive process of rehabilitation and habilitation, manifested in ensuring compatibility of a person with physical developmental features, with society, by compensating for the existing nosological deviations, using means of intellectual information technologies, cognitive, virtual psychology, neuropsychology.*

Keywords: *inclusion, rehabilitation, intellectual technologies, cognitiveness, ontology, compatibility, Internet, medical cybernetics.*

Инклюзивный процесс проявляется как междисциплинарная наука («метанаука») об управлении в живых и технических системах и рассматривается в плане методологии, философии, математических, технических проблем кибернетики.

Проблемы построения и использования онтологической модели инклюзии раскрывают сущность косвенной компенсации нарушенных функций организма у лиц с физическими особенностями развития и может быть осуществлена средствами технологий, специально ориентированные на развитие интеллектуальных способностей человека, развивающие воображение и ассоциативное мышление человека и составляют важный элемент когнитивных технологий и представляют собой современный междисциплинарный подход к изучению психики и мозга человека. Онтологические когнитивные системы, создаются, чтобы понимать, анализировать, учиться, думать и преодолевать препятствия.

Центром внимания является личность с ограниченными физическими возможностями, требующая знаний о функциональных системах человека и кибернетических системах реабилитации, нейростимуляции, нейрореабилитации отдельных систем организма в различные периоды жизни.

Применение роботизированных устройств, систем и комплексов с интерактивным управлением, выполненных на основе биотехнических модулей, методов основанных на применении наукоёмких технологий, систем интерфейса «мозг-компьютер» для когнитивной реабилитации, создания экзоскелетов медицинского назначения, а также разработка методик их применения в медицинской практике позволит внести весомый вклад в снижение

инвалидизации граждан, повысит качество и продолжительность жизни людей с ограниченными возможностями.

Разработка проблем совершенствования перспективных социальных и промышленных объектов и вещей определяют развитие приоритетных направлений науки, критических технологий и требуют поиска новых методов и средств дизайна киберфизических систем, включающие сети взаимодействующих между собой вычислительных и физических компонентов, роботов, зданий, медицинского оборудования, самоуправляемых транспортных средств и др.

Речь идет о новом поколении систем «человек-техника-среда», когда люди окружены интеллектуальным и интуитивно понятным интерфейсом, встроенном в предметы повседневной жизни. Интегрированная технология интеллектуального окружения должна быть прозрачной, встроенной в окружающую действительность, хорошо приспособленной к органам чувств, обеспечивать простые и удобные взаимодействия «человек-техника» и «человек-техника-человек».

Целью конференции является обсуждение проблем развития, создания и использования интеллектуальных и когнитивных технологий и средств реабилитации людей с ограниченными физическими возможностями.

В этой связи можно выделить три темы. Тема 1 Теоретические вопросы философии, когнитивно-информационных технологий, математики, компьютерных наук, в инклюзивных процессах реабилитации и абилитации. Данная тема посвящается исследованию сущности инклюзивного процесса реабилитации и абилитации, проявляющейся в обеспечении совместимости человека с физическими особенностями развития, с социумом, путем компенсации имеющихся нозологических отклонений, используя средства информационных технологий, когнитивной, виртуальной психологии, нейропсихологии. Инклюзивный процесс проявляется как междисциплинарная наука («метанаука») об управлении в живых и технических системах и рассматривается в плане методологии, философии, математических, технических проблем кибернетики. Проблемы построения и использования онтологической модели инклюзии раскрывают сущность косвенной компенсации нарушенных функций организма у лиц с физическими особенностями развития и может быть осуществлена средствами технологий, специально ориентированные на развитие интеллектуальных способностей человека, развивающие воображение и ассоциативное мышление человека и составляют важный элемент когнитивных технологий и представляют собой современный междисциплинарный подход к изучению психики и мозга человека. Онтологические когнитивные системы, создаются, чтобы понимать, анализировать, учиться, думать и преодолевать препятствия.

Тема 2. Научно-технические проблемы медицинской кибернетики как инструмента реабилитации и абилитации. Центром внимания темы является личность с ограниченными физическими возможностями, требующая знаний о функциональных системах человека и кибернетических системах реабилитации, нейростимуляции, нейрореабилитации отдельных систем организма в различные периоды жизни. Создание высокоэффективного инновационного медико-технического оборудования, совместно с реабилитационно-восстановительными технологиями является актуальной государственной задачей, важность решения которой постоянно растет. Применение роботизированных устройств, систем и комплексов с интерактивным управлением, выполненных на основе биотехнических модулей, методов основанных на применении наукоёмких технологий, систем интерфейса «мозг-компьютер» для когнитивной реабилитации, создания экзоскелетов медицинского назначения, а также разработка методик их применения в медицинской практике позволит внести весомый вклад в снижение инвалидизации граждан, повысит качество и продолжительность жизни людей с ограниченными возможностями.

Тема 3. Развитие когнитивного пространства интернет, создание интернет-вещей, умных объектов, центров обработки данных, инклюзивных реабилитационных социальных, экономических сервисов и регулирования правовых отношений. Разработка проблем совершенствования перспективных социальных и промышленных объектов и вещей определяют развитие приоритетных направлений науки, критических технологий и требуют поиска новых методов и средств дизайна. Очевидно, должны появиться киберфизические системы, это умные системы, включающие сети взаимодействующих между собой вычислительных и физических компонентов, например, роботы, интеллектуальные здания, медицинское оборудование, самоуправляемые автомобили и др Дизайн, как субъект, и объекты дизайна представляют собой в целом кибернетическую систему. Дизайн, как художественное творчество, проявляется, как управление созданием современных вещей, объектов, трансформации формообразующих факторов, использующих традиции, авангардную фантазию и определяющих рождение новых идей, концепций формы вещей, как произведений искусства начала XXI века. Следует отметить, что речь идет о новом поколении систем «человек-техника-среда», которые изучаются в эргономике – научно-практической области, тесно связанной с кибернетикой. Интеллектуальная среда (в широком смысле) представляет собой новую концепцию реализации взаимодействий «человек-техника-среда», когда люди окружены интеллектуальным и интуитивно понятным интерфейсом, встроенном в предметы повседневной жизни. Вокруг человека-профессионала или группы специалистов создается дружественная искусственная микросреда, опирающаяся на «незримый» коллективный интеллект. Интегрированная технология интеллектуального окружения должна быть прозрачной, встроенной в окружающую действительность, хорошо приспособленной к органам чувств, обеспечивать простые и удобные взаимодействия «человек-техника» и «человек-техника-человек».

Мещеряков И.А.
«Руководитель Центра по оказанию помощи инвалидам»

ОБЩЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ «ЦЕНТР ПО ОКАЗАНИЮ ПОМОЩИ ИНВАЛИДАМ С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: *Определяется цель и задачи работы Общероссийской общественной организации «Центр по оказанию помощи инвалидам с нарушениями опорно-двигательной системы» является социальная адаптация молодых людей с ограниченными возможностями здоровья.*

Ключевые слова: *инвалиды, помощь, адаптация, реабилитация, обучение, программы, интернет-сервисы, безработица, занятость.*

Meshcheryakov A.I.
«Head Of the centre for assistance to the disabled»

ALL-RUSSIAN PUBLIC ORGANIZATION “CENTER ON HELPING DISABLED PEOPLE WITH MUSCULOSKELETAL SYSTEM

Annotation: *The purpose and objectives of the work of the all-Russian public organization “Center for assistance to disabled people with disorders of the musculoskeletal system” is the social adaptation of young people with disabilities.*

Keywords: *disabled people, assistance, adaptation, rehabilitation, training, programs, Internet services, unemployment, employment.*

Основной целью работы Общероссийской общественной организации «Центр по оказанию помощи инвалидам с нарушениями опорно-двигательной системы» является социальная адаптация молодых людей с ограниченными возможностями здоровья. Методы достижения цели мы выбираем следующие: повышение профессионального уровня молодых инвалидов, помощь в трудоустройстве, спортивная реабилитация. Ни для кого не секрет, что XXI век, стал веком Интернет технологий, это коснулось и социальной сферы. Хочется отметить, что применение новых электронных технологий во многом облегчила жизнь людей с ограниченными возможностями здоровья. Но самое главное это развитие Интернет-технологий и технологий электронного обучения, позволяющих расширить возможности интеграции людей с ОВЗ в образовательные процессы, в среду формируемого информационного общества.

Уже на протяжении ряда лет нашей организацией совместно с ГУ «Центр досуга и творчества молодежи «Россия»» при поддержке Департамента семейной и молодежной политики города Москвы реализуется социальный проект «Школа лидерства молодых инвалидов». Основная задача проекта — подготовка способных молодых инвалидов к пониманию процессов, происходящих в стране, к пониманию реальной роли государства, задающего горизонты и направления развития, как бизнесу, так и общественным структурам, а также применение полученных знаний для работы, координируя и направляя развитие общественных структур и бизнеса, ориентируясь на основные направления государственной политики.

В рамках проекта используются звуковые программы для слепых, и устройства ввода информации с применением языка Брайля, компьютеры, адаптированные для использования лицами с тяжелыми формами ДЦП. Также в процессе реализации проекта были частично задействованы методы дистанционного обучения, что по данным экспертной оценки

повысило результативность проекта на 30% от ожидаемых результатов, увеличило количество участников до 20 человек. В результате возникло сотрудничество с рядом вузов города Москвы, таких как: Международный независимый эколого-политологический университет, Московский городской психолого-педагогический университет, одно из направлений деятельности, которых дистанционное обучение молодых людей с ОВЗ. Проект «Школа лидерства молодых инвалидов» интересен тем, что он позволяет пробудить в участниках не только лидерские качества, научить коммуникативному общению, но и обучает профессиональным навыкам, которые часто необходимы при поиске хорошей работы. Например, изучение закона о малом и среднем бизнесе, 94-ФЗ о государственных и муниципальных закупках. Программа выстроена таким образом, что она позволяет на протяжении всего времени самим участникам проекта быть задействованными в процесс обучения и индивидуальна для каждого.

Сейчас, основываясь на полученном опыте и на потребностях участников проекта, увеличения категорий инвалидов желающих принять участие в проекте, увеличения объема программы. Проект требует расширения и применения двух форм обучения общепринятой и дистанционной формы. Расширенным вариантом проекта «Школа лидерства молодых инвалидов» становится проект «Школа общественного и бизнес управления».

В рамках, которого предусматривается более углубленное изучения интеграционных программ, что потребует большего количества времени соответственно увеличиться количество поездок. А это для многих людей с тяжелыми формами физических нарушений в рамках нашего мегаполиса является сложным. Одним и наиболее эффективным способом решения данной проблемы для таких категорий граждан, является применение формы дистанционного обучения. Что также при долгосрочном варианте реализации проекта позволит и минимизировать расходы бюджетных средств.

С применением дистанционной формы планируется обучение молодых людей с ОВЗ по трем тематическим блокам:

1) теории лидерства
2) механизмам достижения успеха в различных общественных сферах
3) практическим навыкам, необходимым для успешной деятельности

В рамках проекта планируется выпуск электронных учебников, ориентированных на все категории инвалидности.

При варианте реализации данного проекта дистанционно появляются дополнительные возможности:

- увеличение количества участников проекта;
- увеличивается количество времени общения с преподавателями;
- участниками проекта могут стать не только люди с нарушениями опорно-двигательной системы, но и другие категории инвалидов.
- участники проекта получают дополнительные навыки работы с Интернет-сервисами.
- появляется площадка для применения современных технологий обучения.

Так же можно добавить, что потребуются специалисты, обеспечивающие техническую поддержку. Таких специалистов можно набрать из числа людей с ограниченными возможностями здоровья, что позволит частично, решить проблему безработицы среди данной категории населения.

Никольский А.Е. (nikae1936@yandex.ru)
Петрунина Е.В. (petrunina@mggeu.ru)
«МГГЭУ»

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ ЛИЦ, ИМЕЮЩИХ НОЗОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Аннотация: *В работе представлена математическая модель процесса инклюзии как онтологическая информационная структура, описывающая значения элементов инклюзивного процесса, в виде понятий и правил, утверждений, с помощью которых можно формировать отношения, классы, функции инклюзии и организацию совместимости профессиональных возможностей человека с нозологиями, с функциональными требованиями социума.*

Ключевые слова: *интеллектуальная информационная система, онтология базы данных, семантические сети, инклюзия, экспертные оценки, самоорганизаци.*

A.E. Nikolsky
E.V. Petrunina «MGGEU»

ONTOLOGICAL MODEL OF TECHNOLOGY OF FORMATION OF PROFESSIONAL KNOWLEDGE AND SKILLS OF PERSONS HAVING NOLOGICAL FEATURES

Annotation: *The paper presents a mathematical model of the process of inclusion as an ontological information structure describing the values of the elements of an inclusive process, in the form of concepts and rules, statements with which you can form relationships, classes, functions of inclusion and the organization of the compatibility of professional capabilities of a person with nosologies .*

Keywords: *intelligent information system, database ontology, semantic networks, inclusion, expert assessments, self-organization*

Введение

Базовым принципом организации человеческого сообщества, позволяющим формировать желательный тип поведения в обществе, наполненном разными ценностями, смыслами, установками, является **толерантность,** которая подразумевает признание и уважение убеждений, и действий людей, в том числе с нозологиями. Толерантность по отношению к инклюзии является более ёмким понятием. Понятие инклюзии, как включение (от inclusion – включение) имеет различное толкование для многообразных систем и процессов.

Инклюзия в широком смысле этого слова представляет собой спектр общественных отношений и создание доступной атмосферы, преодоления барьеров социальной среды и общественного сознания**.**

Последние десятилетия развития технологий в области искусственного интеллекта отразились в успешном внедрении экспертных систем в различных сферах деятельности [1]. Научные работы в области искусственного интеллекта показывают, что экспертные системы, построенные на «классических» методах экспертных оценок уходят в прошлое. Современные интеллектуальные системы строятся на гибридных технологиях извлечения знаний, характеризующихся разнообразием методов и средств получения знаний, включа-

ющими нейронные сети, онтологические модели, гибридные модели нечетких множеств и нейронных сетей, семантические сети и т.д.

В данной работе рассматривается гибридная модель инклюзивного процесса технологии формирования профессиональных знаний для лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Предлагаемая модель служит основой построения интеллектуальной информационной системы образовательного процесса лиц с нозологическими особенностями. Предполагается, что система будет востребованной как лицами с ОВЗ, так и организациям, реализующим данный процесс.

Постановка задачи

Будем рассматривать инклюзию, как процесс обеспечения эффективного включения, участия граждан в социуме и в первую очередь граждан, имеющих нозологические особенности и трудности в физическом развитии, в том числе, как болезнь, интернет-зависимость. Инклюзивный процесс способствует реализации и удовлетворению потребности граждан в специальных условиях, необходимых для достижения успеха в социуме [2].

Сущность инклюзивного процесса проявляется в организации совместимости профессиональных возможностей человека, имеющего физические особенностями развития, ограниченные возможности здоровья (ОВЗ), с функциональными требованиями социума, путём диагностики и компенсации имеющихся нозологических отклонений, используя медицинские, психологические, технические, информационные, вещественные, образовательные средства и методы.

Задача инклюзивного процесса состоит в обеспечении вхождения T объекта A в систему B с показателем эффективности P:

$$A(x_1,x_2, ..., x_n) \rightarrow T \rightarrow B(y_1,y_2, ..., y_n) \rightarrow P \quad (1)$$

где $x_1,x_2, ...,x_n$ — значения параметров объекта A,
$y_1,y_2, ..., y_n$ — значения параметров объекта B.

Оператор T определён на множестве $G(g_1,g_2, ..., g_n)$, где g_i — комплекс операций, к которым относятся: медицинские, технические, вещественные, информационные, образовательные, экономические, юридические, психологические, меры, направленные на восстановление или компенсацию нарушенных функций организма и трудоспособности и определяющих в целом, диагностику, коррекцию и реабилитацию (rehabilitation — восстановление) функций людей с нозологиями.

Оператор T преобразования значения параметров объекта $A(x_1,x_2, ..., x_n)$ в значения не противоречащие параметрам объекта $B(y_1,y_2, ..., y_n)$, оценивается показателем эффективности P.

Для представления инклюзивного процесса и результатов использования инновационных разработок инклюзии, необходимо построение онтологической модели предметной области как информационной системы для сопровождения процесса инклюзии**.**

Сложность поставленной задачи (1) определяется, в частности, наличием множества когнитивных, конвергентных и междисциплинарных связей и различными целями конечных пользователей системы.

Онтология — это информационная структура, описывающая значения элементов инклюзивного процесса, в виде понятий и правил, утверждений об этих понятиях, с помощью которых можно формировать отношения, классы, функции инклюзии.

Формально онтология инклюзии определяется как O = <Z,R,F>,
где Z(XY) — конечное множество понятий (концептов) предметной области инклюзии,

R — конечное множество отношений между понятиями,
F — конечное множество функций интерпретации, заданных на инклюзивных процессах и отношениях.

Модель онтологической системы M = <O,P,B>,
где O — онтология верхнего уровня, которая содержит общие понятия и отношения;
P — множество предметных онтологий с учетом предпочтений пользователя;
B — модель машины вывода данной онтологической системы.

Модель интеллектуальной информационной системы

Модель онтологической системы позволяет описывать взаимосвязь инклюзии разных уровней: метаонтологии–содержащей общие понятия и отношения «объект», «свойство», «значение» и т.п.; предметной онтологии — содержащей понятия, представляющие конкретную предметную область и отношения, семантически значимые для данной предметной области; онтологии задач и методов — содержащих в качестве понятий типы решаемых задач, а также декомпозицию задач на подзадачи.

Сетевая онтология — используется для описания конечных результатов действий, выполняемых объектами предметной области и задач.

Математическая модель процесса инклюзии как онтологическая информационная структура, описывающая значения элементов инклюзивного процесса в виде понятий и правил, утверждений, с помощью которых можно формировать отношения, классы, функции инклюзии и организацию совместимости профессиональных возможностей человека, имеющего физические, функциональные ограничения, с функциональными требованиями социума. Модель онтологической системы инклюзии представляет собой взаимодействие информационных, робототехнических средств компенсации физических функций, психофизических отклонений и формирования знаний с процессами самоорганизации системных механизмов поведения личности с ОВЗ, в информационном процессе формирования профессиональных знаний, умений. Поведение человека представляет собой систему взаимосвязанных реакций, действий, обеспечивающих приспособление к среде. В психофизиологическом аспекте — механизмы поведения — это программы ответных реакций на внешние и внутренние раздражения организма. Исходя из теории П.К. Анохина о саморегулирующихся системах, самоорганизация системных механизмов поведения (системогенеза) личности, в информационном процессе формирования профессиональных знаний, умений, трудоспособности является, в некоторой степени, технологией, средством компенсации и реабилитации ограниченных физических возможностей человека гарантирующих определённый уровень социальной защищённости в обществе [4]. Общая модель онтологической системы инклюзии представима виде трёх уровней детализации инклюзивного процесса, организуемого экспертами диагностики, компенсации ОВЗ и оценки знаний, умений для социума.

Онтологическая модель первого уровня включает компенсацию физических отклонений, таких как нарушение речи, зрения, подвижности рук, пальцев и др. средствами информационных технологий: преобразователи речь-текст-речь, робототехнические устройства и др.

Онтологическая модель второго уровня включает компенсацию психофизических особенностей: слабая концентрация внимания, наивность, отчуждённость, скованность и др. средствами представления технологии творческого процесса, функциональных систем поведения, виртуального моделирования, квантовой психологии и др.

Онтологическая модель третьего уровня включает нормализацию и устойчивость психики, активизацию поведения и трудоспособности, средствами формирования творческих процессов получения знаний и умений.

Онтологическая модель является базой интеллектуальной информационной системы, представимой в виде экспертной системы, реализующей рефлексивно-активную саморазвивающуюся технологию восприятия ситуаций внешней среды и результативных действий поддержки гармонической деятельности профессиональных образовательных организаций в сфере инклюзивного образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Структура онтологической системы инклюзии, реализующей процессы компенсации и самоорганизации поведения личности с ограниченными возможностями здоровья показана на *рис. 1*. Выбор формализма для представления знаний зависит от сложности используемых понятий, большого числа отношений на понятиях и способа рассуждения, и в данном случае определённый формализм отсутствует и его надо синтезировать, интегрируя особенности предметных областей [3]. Очевидно, онтологическая модель первого уровня

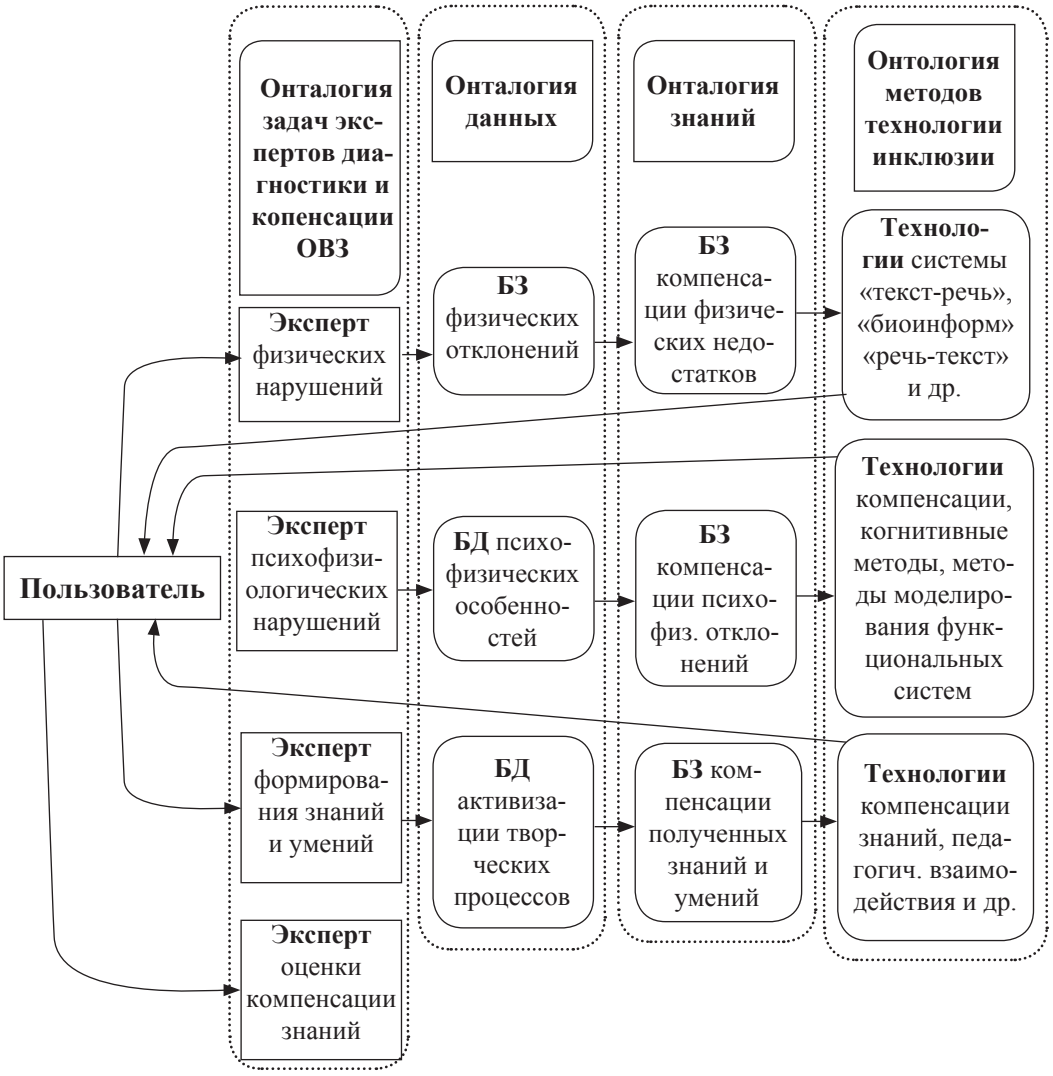


Рис. 1. Общая модель интеллектуальной информационной системы инклюзии, реализующей процессы компенсации и самоорганизации системы механизмов поведения личности с ограниченными возможностями здоровья

представима продукционной системой вида PS=<F,P,I> , где F-база данных, P-база знаний, содержащая множество продукций, I-решатель реализующий процессы вывода. Для онтологической модели второго и третьего уровня необходимо использовать семантические сети, поскольку предметная область представима структурами, вершины которых соответствуют понятиям, ситуациям, а связи имеют смысл логических, лингвистических отношений с неопределённостью, выражаемой в ЕЯ, а также отношений ранжируемых экспертными, когнитивными методами, достигающими достоверность и правдоподобность вывода в интеллектуальных системах [5]. Использование широкого спектра методов и моделей в различных задачах требуют привлечение современных интегрированных экспертных систем, CASE-средств или среды инструментального программного комплекса АТ-ТЕХНОЛОГИЯ, предназначенного для автоматизированной поддержки процессов построения экспертных систем на основе задачи-ориентированной методологии [6].

Модель интеллектуальной информационной системы поддержки деятельности пользователей — инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья профессиональных образовательных организаций в сфере инклюзивного образования включает представление функциональной структуры информационно-аналитической системы в классе онтологических базы данных, базы знаний, методов, средств и интерфейса пользователя представленной на *рис. 2*.

В качестве примеров для пациента, имеющего нарушения функций движения рук и речи рассматриваются две задачи: задача выбора структуры информационно управляющего поля и задача оценки уровня получения знаний и умений.

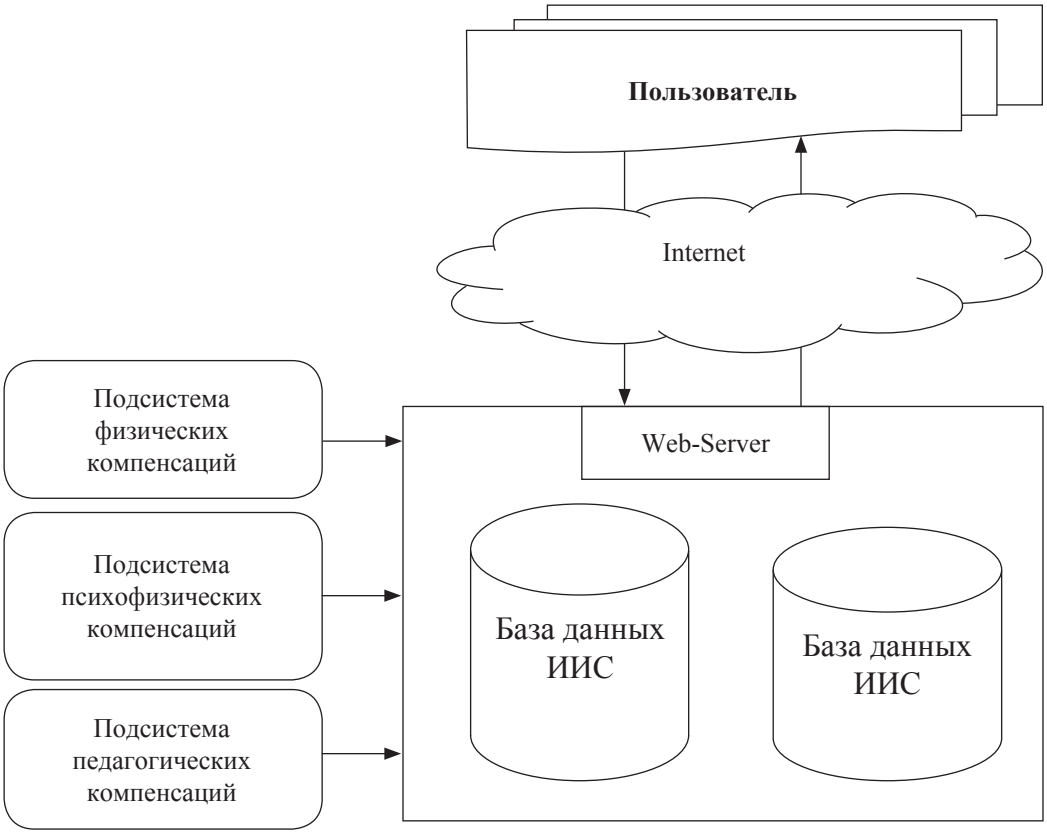


Рис. 2. Функциональная схема интеллектуальной информационной системы

Для задачи выбора структуры информационно управляющего поля строится система рефлексивного диалога пациента и эксперта и множество продукций реализующих процессы вывода на базах данных средств информационных технологий и физических отклонений пациента, имеющих структуру двухдольного графа, достаточно высокого порядка, и выбирается предпочтительный вариант информационно управляющего поля, который, в частности, включает информационную систему преобразования «текста в речь» и специализированную клавиатуру, которая удовлетворяет пациента с нарушением функций движения рук. Решение задачи оценки уровня получения знаний и умений, реализуемых тестовым контролем на семантических сетях, на алгоритмах кластеризации, нейронных сетей, нечётких графов, экспертных оценок, с учётом исходной информации пользователя имеющего основное заболевание, его мобильность, социальное происхождение, желаемая успеваемость и т.д., в результате оценивается вероятностным уровнем получения знаний и умений. Используя базу знаний с нечётко-продукционными правилами сформулированными экспертами в ЕЯ, представляются критерии оценки уровня получения знаний и умений усреднёнными экспертными оценками с учётом степени важности критериев, такими как качество выполненных работ, умение решать сложные задачи, объём выполненных работ, уровень подготовки, возраст и др. Эксперты, как правило, дают нижние, верхние и средние значения факторов, которые используются для вычисления оценки уровня получения знаний и умений на основании лингвистического терма и правил вывода. Однако когнитивный метод анализа, построенный на основе оценки структурной взаимосвязи, взаимного влияния факторов (графа), матричного представления графа и выполнения операций умножения матриц, учитывающих уровень рефлексивности взаимодействия пользователя и эксперта, позволяет более качественно ранжировать факторы и получать лучшие оценки уровня получения знаний и умений.

Заключение

Рассмотренная модель на практике реализует гибридный подход к построению экспертных систем. Применение предложенной модели позволит создать интеллектуальную информационную систему процесса инклюзивного образования лиц с ОВЗ, которая позволит повысить эффективность образовательного процесса.

Использование онтологической модели инклюзии приводит к косвенной компенсации нарушенных функций организма у лиц с ОВЗ и может быть осуществлена средствами информационных технологий, когнитивной, виртуальной психологии, нейропсихологии при реализации диалоговой экспертной системы. Трансформация психики активизирует творческий процесс получения знаний, формирования профессиональных умений, которые повышают социальную и общественную значимость специалиста**.**

Литература

1. *William P. Wagner*. Trends in expert system development: A longitudinal content analysis of over thirty years of expert system case studies. Expert Systems With Applications. №76 (2017). – p. 85–96.
2. *Никольский А.Е*. Онтологическая модель инклюзии. Естественные и технические науки №5 (107), 2017.
3. *Рыбина Г.В*. Интеллектуальные системы: от А до Я. Серия монографий в трёх книгах. Книга 1. Системы основанные на знаниях. Интегрированные экспертные системы. – М.: ООО «Научтехлитиздат», 2014. – 224 с.

4. *Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В*. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / под ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: Физматлит, 2004.
5. Функциональные системы организма: руководство / под ред. К.В. Судакова. – Медицина, 1987. – 432 с.
6. *Рыбина Г.В., Блохин Ю.М.* Новая технология интегрированных экспертных систем на основе использования интеллектуальной программной среды комплекса «IT-ТЕХНОЛОГИЯ»//Интеллектуальные технологии и средства реабилитациии абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017): II Всероссийская конференция. – М.: МГГЭУ, 2018. – 118 с.

Карпов В.Э. «НИЦ Курчатовский Институт»,
Тарасов В.Б. «МГТУ им. Н.Э. Баумана»

ОТ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ К СОЦИАЛЬНЫМ РОБОТАМ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ: НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АГЕНТОВ

Аннотация: *В работе проблемы развития социальной робототехники рассмотрены с позиций концепции гибридного интеллекта. Показана архитектура когнитивных роботов с многоуровневой системой познания и гибким диалоговым управлением. Описаны главные идеи коллаборативной робототехники, основанной на содействии робота человеку в условиях прямого контакта. Предложен вариант разработки социальных роботов в русле искусственного обобщённого интеллекта как искусственных агентов, наделённых темпераментом, мимикой и механизмами понимания ситуации.*

Ключевые слова*: роботы, интеллектуальные агенты, гибридного интеллекта социальной робототехники, сознание, психика.*

Karpov V.E. «NRC KI»,
Tarasov V.B. «MGTU im. N. Uh. Bauman»

FROM COLLABORATIVE ROBOTICS TO SOCIAL ROBOTS TO SUPPORT PEOPLE WITH DISABILITIES: NEW AREAS OF DEVELOPMENT AND USE OF INTELLIGENT

Annotation: *The paper deals with the problems of social robotics development from the standpoint of the concept of hybrid intelligence. The architecture of cognitive robots with a multilevel system of cognition and flexible dialog control is shown. The main ideas of collaborative robotics based on the assistance of the robot to man in direct contact are described. A variant of the development of social robots in the mainstream of artificial generalized intelligence as artificial agents endowed with temperament, facial expressions and mechanisms of understanding the situation.*

Keywords: *robots, intelligent agents, hybrid intelligence of social robotics, consciousness, psyche.*

Введение

Сегодня робототехнические средства и системы широко применяются для компенсации и преодоления физических недостатков и психологических расстройств, реабилитации (восстановлению утраченных навыков и способностей) и абилитации (развитию потенциальных способностей) людей с ограниченными возможностями. Спектр таких приложений чрезвычайно широк: от роботизированных экзоскелетонов для реабилитации лиц с хроническими заболеваниями или тяжёлыми травмами опорно-двигательного аппарата, роботов-манипуляторов для кормления ампутантов до интеллектуальных роботов-учителей для абилитации и обучения детей, страдающих аутизмом (робототерапия, игровое обучение походке, мимике, жестам, и пр.), социальных роботов-компаньонов и помощников лиц с ограниченными возможностями, в особенности роботов по обслуживанию, развлечению и уходу за людьми старческого возраста, и т.п. В основе социальных роботов лежат социальные взаимодействия, стратегии общения и сотрудничества, механизмы влияния роботов на людей и друг на друга, способствующие формированию партнёрских отношений. Од-

ной из первоочередных задач социальной робототехники является многофункциональная, повседневная и повсеместной поддержка (как физическая, так и психологическая) лиц с ограниченными возможностями в любое время и любом пункте их пребывания. Решение этой задачи требует анализа интеллектуальных возможностей современных роботов и изучения вариантов и перспектив их социализации. Статья состоит из четырёх основных разделов. В разделе 1 прослежены основные этапы эволюции и поколения роботов: от простых манипуляторов до когнитивных агентов. Раздел 2 содержит анализ видов и характеристик когнитивных процессов, описание общей структуры и отличительных особенностей интерактивного управления когнитивными роботами. Раздел 3 посвящён коллаборативным роботам, вопросам организации общения и сотрудничества в условиях прямого контакта человека с роботом. В разделе 4 раскрыты взаимосвязи между современными концепциями искусственного сознания как обобщённого искусственного интеллекта и технологиями социальных роботов нового поколения, показаны перспективы систем «человек – социальный робот» как систем гибридного интеллекта.

1. Эволюция поколений роботов: переход к когнитивным агентам

Первые три поколения роботов принято называть промышленными, очувствленными, интегральными роботами соответственно [1-4]. Роботы первого поколения функционируют в простом, строго фиксированном внешнем мире. Соответственно, модель внешней среды у них отсутствует. Как следствие, управляющая программа является жесткой и ее надо менять даже тогда, когда меняется положение хотя бы одного объекта в сфере действия промышленного робота. Роботы второго поколения обладают средствами очувствления, т.е. снабжены системой тактильных датчиков, позволяющих им воспринимать информацию о мире. Внешний мир роботов второго поколения уже не является строго фиксированным, поэтому у них появляются простейшие, одношаговые планы, которые в основном сводятся к подстановке конкретных координат в программу с параметрами. Роботы этого поколения также не обладают автономностью. Роботы третьего поколения называются интегральными (этот термин был предложен Н. Нильсоном) и уже обладают отдельными элементами искусственного интеллекта. Для спецификации интегральных роботов обычно используют следующие пять групп робототехнических устройств [5]: 1) системы восприятия зрительной, слуховой, тактильной и других типов информации о внешнем мире; 2) системы воздействия на объекты внешнего мира — манипуляторы, педипуляторы и пр.; 3) системы, обеспечивающие перемещение робота — колесные, гусеничные, шагающие, плавающие, летающие движители и аппараты; 4) системы целеполагания и планирования действий робота, системы решения задач; 5) системы, обеспечивающие коммуникацию робота с человеком-оператором и другими роботами на языках общения различных уровней, вплоть до естественного языка. Любой конкретный робот включает в себя сочетание систем, принадлежащих указанным группам. Это позволяет классифицировать роботы третьего поколения по степени интеграции и набору входящих в них систем. Эффективность функционирования интегрального робота сильно зависит от объема и способа представления имеющихся у него знаний о мире. Специфика интегральных роботов заключается в том, что в общем случае они предназначены для действий в открытых, динамических средах. Отсюда вытекают принципиальная неполнота и неточность знаний такого робота о среде. Условия функционирования робота могут быть заранее неизвестными или меняться непредвиденным образом в процессе его работы. Так заранее неизвестными могут быть факторы среды робота, в частности, сами манипулируемые объекты и их отдельные параметры, препятствия для его движений и операций. Требования пользователей могут изменяться и уточняться, а задание роботу — выражаться в качественной, лингвистической форме, например, в виде

лингвистических переменных и нечётких множеств. Поэтому возникает необходимость в построении адаптивных управляющих систем с элементами ИИ, т.е. таких систем, которые способны формировать целенаправленное поведение робота в условиях неопределенности. Важной чертой функционирования таких систем является то, что недостаток априорной информации компенсируется оперативной обработкой текущей информации, получаемой от датчиков робота. Интеллектуальный робот — это техническое устройство, способное самостоятельно и целенаправленно действовать в реальной физической среде и адекватно реагировать на происходящие в ней изменения на основе имеющихся средств очувствления, базы знаний, подсистемы распознавания ситуаций [1-3]. Уже первые интеллектуальные роботы были предназначены для функционирования в неточно и неполностью определенных мирах. Интеллектуальные роботы должны быть способными: а) работать в открытых динамических средах; б) строить сложные планы поведения, определяемые как оценкой внешней ситуации, так и внутренним состоянием; в) вести диалог с другими агентами. Согласно [1], исходный уровень интеллектуальности робота оценивают по следующим показателям: 1) сложность и динамичность внешней среды; 2) полнота восприятия роботом информации о внешней среде; 3) гибкость планирующей и управляющей системы робота; 4) степень автономности робота. Но главными признаками интеллектуальности являются: развитая внутренняя модель внешней среды (динамическая база знаний), включая модели других агентов, с которыми взаимодействует робот, а также модель самого себя. Это определяет способность робота отображать агентов и объекты внешней среды, анализировать их поведение, а также результаты своих воздействий на эту среду. В то же время, «модель себя» нужна для оценки своих состояний. По сути, речь идёт о «зародышах» «сознания» и «самосознания» робота. По мнению В.К.Финна, интеллектуальный робот можно рассматривать как когнитивную систему особого типа, обладающую возможностью действия после принятия решения [6]. Общая структура интеллектуального робота соответствует следующей простой схеме: интеллектуальный робот = подсистема восприятия + интеллектуальная система + подсистема действия. В развитие этой позиции, можно утверждать, что роботы четвёртого поколения должны иметь статус когнитивного агента [7].

2. Структура и управление когнитивным роботом.

Когнитивная функция агента обеспечивает процессы познания внешней среды, других агентов, а также его самопознание. Когнитивная робототехника [8–10] изучает то, как робот получает информацию о внешнем мире, в какой форме он ее представляет, как она хранится в памяти и преобразуется в его мнения и знания, и как эти знания используются в процессах планирования поведения и организации действий робота. При этом основными когнитивными процессами являются процессы восприятия среды, построения ее обобщенного представления, понимания ситуации в целом, а также закономерностей поведения, взаимодействия, обучения. Сюда же относятся процессы распределения ресурсов (в частности, памяти и внимания), прогнозирования и планирования поведения, формирования рефлексивных суждений и рассуждений. Главные особенности познавательных процессов, которые необходимо учитывать при разработке когнитивного робота, таковы [11]): 1) познание представляет собой открытую систему, которая основана как на имеющемся знании, так и на восприятии текущих данных; 2) познание порождает гипотезы, а не выводы; эти гипотезы нуждаются в подтверждении или опровержении; 3) познание среды неотделимо от организации действия робота (как физического перемещения, локального изменения среды или информационного процесса). Ещё надо добавить важную способность когнитивной системы человека к грануляции информации,т.е. формированию целостных информационных структур на различных уровнях детализации проблемы [12]. Таким образом, когнитивная

система робота должна осуществлять мониторинг окружающей среды и получать оперативную информацию с помощью сенсорной подсистемы. Для поддержки познавательных процессов когнитивные роботы имеют широкий ассортимент искусственных органов чувств (сенсоры) и эффекторов (манипуляторы, педипуляторы). В основе когнитивной системы автономного робота лежит набор сенсорных датчиков внешней и внутренней информации (см. [13]), включающий зрительные и звуковые (ультразвуковые), тактильные и кинестетические датчики. Кроме того, часто применяются датчики для измерения температуры, давления, влажности, радиоактивности, магнитного поля и других физических величин. При зрительном очувствлении роботов применяются теле- и видеокамеры, оптические и голографические датчики. К звуковым датчикам относятся микрофоны, эхолокационные датчики, и пр. При взаимодействии робота с объектами внешней среды ключевую роль играют тактильные датчики, позволяющие реагировать на прикосновение и измерять давление в местах контакта. Эти датчики служат для обнаружения различных объектов, распознавания внешней остановки путём ощупывания предметов, а, в конечном счёте, для получения обратных связей по усилиям. Мобильность когнитивных роботов, достигаемая благодаря колесным, шагающим, летающим и прочим системам перемещения, обеспечивает решение поисковых и гностических задач.

Общая архитектура когнитивного робота изображена на *рис. 1*.

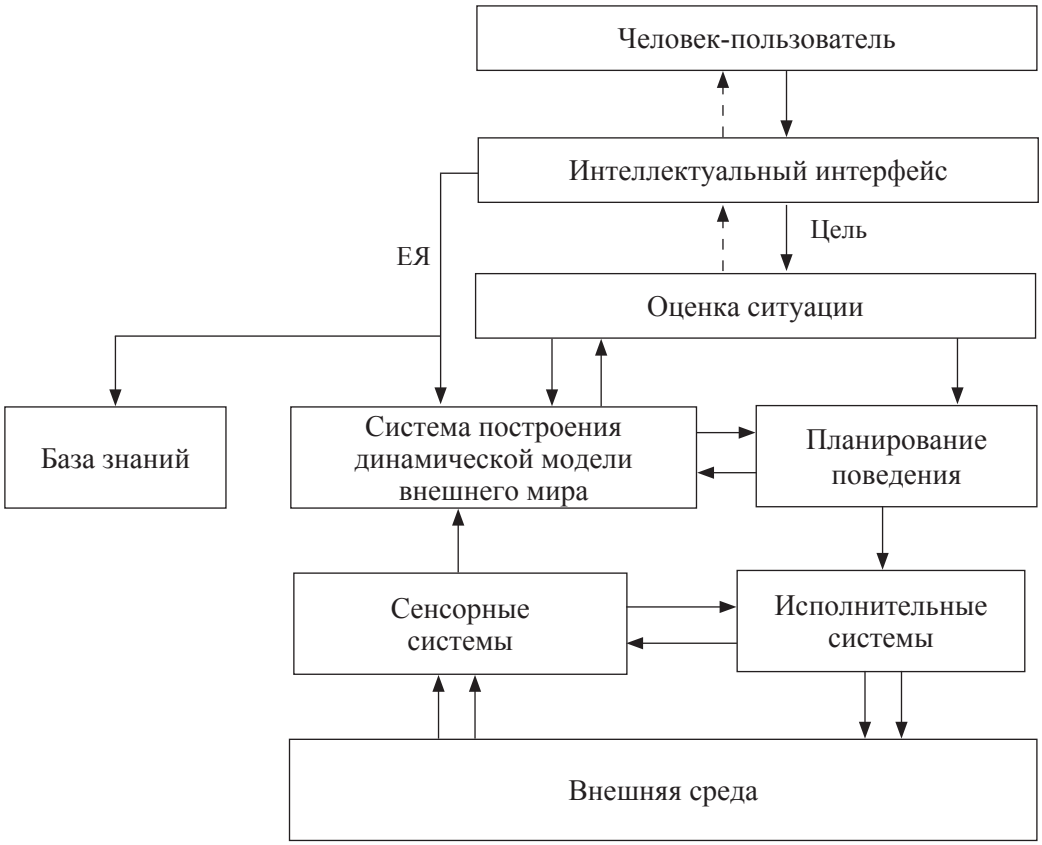


Рис. 1. Архитектура когнитивного робота

В центре внимания когнитивной робототехники находятся процессы формирования знаний и рассуждений у «познающего» и «понимающего» робота, взаимодействующего со средой и другими когнитивными агентами, а также процессы гибкого, интерактивного управления когнитивным роботом (или группой роботов). Исследование общей проблемы понимания [14, 15], включая понимание природы, ситуации, требований и инструкций пользователя, поведения других естественных агентов, лежат в основе создания «понимающих» роботов и реализации партнёрских отношений в системе «человек – робот». Организация подобного партнёрства является необходимым условием создания систем «человек–робот» нового поколения, в которые включаются так называемые коллаборативные роботы (collaborative robots) или коботы.

3. Коллаборативная робототехника: общение и сотрудничество робота с человеком в условиях прямого контакта

Термин «кобот» есть плод скрещивания слов «коллаборативный и «робот». Этот термин пополнил ряд неологизмов с корнем «бот», в основном относящихся к программным роботам, например, «софтбот», «мобот», «инфобот». Соответствующая область получила название «коллаборативная робототехника» (кратко, кобототехника) [16], а интерактивные партнёрские системы «человек-робот» есть кобототехнические системы. Речь идёт о совместной деятельности человека и робота в реальной физико-техической среде, когда человек становится партнёром-руководителем, а робот — партнёром-ассистентом. Такое партнёрство, общение и совместная деятельность ведут к формированию системы гибридного интеллекта (синергии естественного и искусственного интеллекта), общая концепция которой была разработана более 40 лет назад В.Ф. Вендой (см. [17]).

Коллаборативный робот — это сравнительно недорогой, мобильный, лёгкий интеллектуальный робот, который должен работать «рука об руку» с человеком в общем для них пространстве [18, 19]. Поэтому главным и важнейшим требованием к коботу является обеспечение безопасности его взаимодействия с человеком-партнёром в условиях непосредственного контакта при выполнении совместной работы. Другое ключевое требование — лёгкость управления движениями и действиями кобота даже пользователем-непрофессионалом с учётом его психофизиологических возможностей и реальных ограничений, для чего необходим дружественный и даже персонифицированный интеллектуальный интерфейс «человек-кобот» (создание персонального кобота по аналогии с персональным компьютером). Такой интерфейс обеспечивает диалоговое управление коботом (*рис. 2*) и, при необходимости, его прямое обучение человеком-партнёром, т.е. показ им необходимых движений коллаборативному роботу.

Помимо интеллектуального интерфейса и динамической базы знаний, подобный робот должен быть оснащён системой сенсоров (в особенности, тактильным сенсором) и системой компьютерного зрения, что позволит предотвратить ситуации столкновения устройства с человеком-партнёром и препятствиями, а также успешно функционировать при сбоях встроенного программного обеспечения.

Для успешной автономной работы кобот должен обладать трехмерной системой технического (компьютерного) зрения. В интересах обеспечения информационной защиты системы управления коботом и достижения большего взаимопонимания могут применяться технологии анализа особенностей речи человека-партнёра и распознавани состояния его лица.

Перечисленные обстоятельства должны привести к массовому применению коботов не только в производстве, но и в других, самых различных сферах жизни общества, включая поддержку людей с ограниченными возможностями.

Рис. 2. Общая модель диалогового управления коллаборативным роботом

Принцип партнёрства «человек – робот» и модель интерактивного, диалогового управления роботом были предложены Е.П. Поповым и П.С. Ющенко почти 35 лет назад (см. [20, 21]), однако лишь в XXI веке появились предпосылки для их воплощения в жизнь. Основное отличие кобототехнических систем от разработанных ранее робототехнических систем, управляемых человеком — это большая степень автономности коботов, их значительно более высокие когнитивные и коммуникативные возможности, реализация новых стратегий и технологий обучения.

Общие требования к коллаборативным роботам зафиксированы в международных стандартах ISO 10218, части 1 и 2. В соответствии с этими стандартами можно выделить следующие классы коллаборативных и социальных роботов для лиц с ограниченными возможностями:

1) роботы-манипуляторы, функционирующие в той же зоне, где находится человек, с целью оказания ему помощи. Примером может служить роботизированное устройство для приёма пищи ампутантами Obi компании DESIN;
2) мобильные роботы-помощники с автономной системой управления, выполняющие определенные операции в жилых помещениях, где могут находиться группы людей, различная мебель и прочие препятствия. Такие полуавтономные роботы должны обладать собственной системой навигации, а управление ими может быть либо диалоговым (речевым), либо осуществляться с помощью специальных устройств, размещаемых на голове или теле человека (пример — Human Support Robot компании Toyota);
3) бытовые робототехнологические комплексы, обеспечивающие безопасность пользователя и облегчённый интерфейс;
4) группы и коллективы роботов, управляемых человеком с ограниченными возможностями (многоагентные кобототехнические системы).

Недавно международная организация по стандартизации создала специальный комитет, посвященный робототехнике (ISO/TC 299). Им был разработан новый стандарт ISO/TS15066:2016, Роботы и робототехнические устройства — Коллаборативные роботы. В ос-

нове этого стандарта лежит подробное, обоснованное руководство по безопасности, необходимое, в частности, для оценки рисков непосредственного контакта человека и робота и их минимизации.

Появление коллаборативной и социальной робототехники требует не только совершенствования технологий безопасности и принятия всё более полных стандартов, но и дальнейшего развития и обобщения теории искусственного интеллекта, создания новых интеллектуальных технологий.

4. Социальные роботы, искусственный общий интеллект и психологически инспирированные интеллектуальные архитектуры

На заре искусственного интеллекта сформировались две его базовые парадигмы — прагматическая и имитационная (см. [22]). В соответствии с первой парадигмой, при разработке искусственных интеллектуальных систем необязательно исследовать и использовать принципы и механизмы работы естественного интеллекта (человеческого или интеллекта высших животных). Схематически это можно представить как фактическое отсутствие связей между исследованиями учёных в области естественного интеллекта (ЕИ) и работами специалистов по искусственному интеллекту (ИИ): ЕИ <[Символ]> ИИ. Основной «прагматический тезис» представителей этой парадигмы можно сформулировать следующим образом: неважно, как устроен ЕИ и по какому принципу работает искусственная система, главное, чтобы она успешно решала задачи, которые принято считать интеллектуальными, и формировала полезные рекомендации для практиков. В этом русле классическая идея интеллектуальной системы тождественна системе, основанной на знаниях, а разработка интеллектуальных систем сводится к инженерии знаний.

В последние годы большую популярность приобрели технологии машинного обучения, которые нередко ассоциируют с ИИ в целом, в особенности, нейронные сети с алгоритмами глубокого обучения (Deep Learning) [23]. Однако эта столь сегодня популярная и эффективная технология обучения представлениям также носит скорее прагматический характер и пока не обеспечивает автоматизированной интерпретации и объяснения получаемых результатов, как, впрочем, и их обобщения.

Сторонники имитационной парадигмы в ИИ настаивают на необходимости имитации в интеллектуальных системах процессов работы мозга в целом и решения интеллектуальных задач человеком в частности. Подобное воззрение выглядит схематически как ЕИ [Символ] ИИ. С ним связано нейробионическое направление в ИИ, где ведутся исследования по созданию искусственных нейронных сетей, подобных естественным (в отличие от классических нейронных сетей Питтса-Мак-Каллока) (см., например, [24]).

На наш взгляд, перспективы социальной робототехники связаны с развитием концепции гибридного интеллекта в современных условиях, включая построение обратных связей от ИИ к ЕИ (двунаправленная схема ЕИ ИИ). С одной стороны, в социальной робототехнике могут применяться роботы разных классов и поколений (от первого до четвёртого и выше), а пользователь с ограниченными возможностями должен иметь разнообразие вариантов управления роботом — от командного до диалогового. С другой стороны, задачи социального робота могут заключаться в обеспечении не только физической, но и психологической поддержки человека. Поэтому здесь требуется наделить робота «зародышами» психики, в частности, аналогами эмоций, темперамента (см. [25]) и строить более совершенный, персонифицируемый (настраиваемый под конкретное лицо) интерфейс «человек-робот».

В заключительной части своей книги «Фантазия или наука: на пути к искусственному интеллекту» [26] Д.А. Поспелов выдвинул перспективнгую программу исследований в области ИИ. Эти исследования должны быть нацелены на «изучение психики человека с

целью ее имитации в технических системах, решающих определенный набор практических задач, традиционно считающихся интеллектуальными». Следует напомнить, что в психологии термин «психика» охватывает как сознание, так и сферу бессознательного, а сознание человека с древних времён характеризуется психологической триадой «интеллект – чувства – воля».

Интеллект агента неразрывно связан с системой его познавательных способностей, включающей ощущения, восприятие, память, представления, воображение, мышление, обучение, понимание. Именно интеллект робота определяет его работоспособность в новой ситуации путём надлежащих корректировок поведения. Роль эмоций (аффектов) агента связана с пониманием и интерпретацией получаемой информации и формируемых знаний, а также с общей оценкой поведения. Оценочная функция эмоций [27], проявляющаяся в форме переживаний, по сути, ставит эмоции в один ряд с другими формами познания и понимания. В контексте коммуникации эмоции выполняют также экспрессивную функцию, характеризуя текущее состояние агента и его отношение к происходящему. Наконец, воля как потребность к преодолению внутренних и внешних препятствий при выполнении действий (осуществлении целенаправленного поведения) выступает как важнейший агенто-образующий и агенто-сохраняющий фактор; в частности, её проявлением является настойчивость агента, подразумевающая возврат к выполнению поставленной задачи в случае первоначальной неудачи и выяснения её причин (несколько попыток выполнения задачи) [28].

Лишь спустя 25 лет схожие идеи «возвращения к истокам ИИ» и создания открытых систем искусственного обобщённого интеллекта (Artificial General Intelligence) [29] стали активно продвигаться в западном научном сообществе. Появились также термины «самоорганизующийся ИИ», «сильный ИИ», и др. В 2000-е годы вокруг конференций по биологически инспирированным когнитивным архитектурам (Biologically Inspired Cognitive Architectures) образовалось международное общество специалистов по ИИ BICA Society, в центре внимания которого находятся проблемы синтеза искусственного сознания, в частности, создания «сознательных» и «любознательных» роботов [30]. В России в 2010-е годы появилась научная школа моделирования поведения Г.С. Осипова — «поведение, управляемое сознанием» [31].

«Сознательные» роботы с широкими возможностями социального поведения могут позиционироваться как роботы нового, пятого поколения. Такие роботы представляют особый интерес в плане развития отечественной социальной робототехники.

Литература

1. *Попов Э.В., Фирдман Г.Р.* Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта. – М.: Наука, 1976. – 456 с.
2. *Тимофеев А.В.* Роботы и искусственный интеллект. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1978. – 192 с.
3. *Каляев В.М., Лохин В.М., Макаров И.М.* и др. Интеллектуальные роботы/ Под общ. ред. Е.И. Юревича. – М.: Машиностроение, 2007. – 360 с.
4. *Добрынин Д.А.* Интеллектуальные роботы вчера, сегодня, завтра// Труды 10-й национальной конференции по искусственному интеллекту (КИИ-2006, Обнинск, 25–28 сентября 2006 г.). – М.: Физматлит, 2006. – Т.1. – С. 20–32.
5. Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. Том D. Фундаментальные и прикладные исследования в области робото-технических систем. – М.: ВЦ АН СССР – ВИНИТИ, 1984.

6. *Финн В.К.* Искусственный интеллект: методология, применения, философия. – М.: КРАСАНД, 2011. – 448 с.
7. *Тарасов В.Б.* От многоагентных систем к интеллектуальным организациям. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
8. *Levesque H., Lakemeyer G.* Cognitive Robotics// Handbook of Knowledge Representation. Vol. 3. – Amsterdam: Elsevier, 2008. – P. 869–886.
9. *Станкевич Л.А*. Когнитивный подход к управлению гуманоидными роботами// От моделей поведения к искусственному интеллекту / под ред. В.Г. Редько. – М.: КомКнига, 2006. – С. 386–443.
10. *Ющенко А.С*. Диалог как способ управления когнитивными роботами // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VII-й Международной научно-практической конференции (Коломна, 20–22 мая 2013 г.). – М.: Физматлит, 2013. – Т.1. – С. 150–163.
11. *Гергей Т*. Когнитивные системы — потребность информационного общества и вызов компьютерным наукам// Труды IX-й национальной конференции по искусственному интеллекту (КИИ-2004, Тверь, 28 сентября — 2 октября 2004 г.). – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. – С. 3–10.
12. *Тарасов В.Б*. Грануляция информация: основа когнитивных процессов и предпосылка создания интеллектуальных систем новых поколений// Подходы к моделированию мышления/ Под ред. В.Г.Редько. – М.: Изд-во УРСС, 2014. – С. 219–261.
13. *Воротников С.А*. Информационные устройства робототехнических систем. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 384 с.
14. *Тарасов В.Б*. Проблема понимания: настоящее и будущее искусственного интеллекта// Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. Материалы V-й международной научно-технической конференции (OSTIS-2015, Минск, БГУИР, 19–21 февраля 2015 г.). – Мн: Изд-во БГУИР, 2015. – С. 25–42.
15. *Валькман Ю.Р., Исмагилова Л.Р.* Интеллектуальные системы: о моделировании понимания// Труды международных научных конференций «Интеллектуальные системы»,«Интеллектуальные САПР» (IEEE AIS'04, CAD-2004, Дивноморское, 3–10 сентября 2004 г.). – М.: Физматлит, 2004. – Т.1. – С. 160–167.
16. *Peshkin M., Colgate J.* Cobots // Industrial Robots. – 1999. – Vol.2, №5. – С. 335–341.
17. *Венда В.Ф.* Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
18. *Faneuff J*. Designing for Collaborative Robotics. – Sebastopol Ca: O'Reilly, 2016.
19. *Ющенко А.С*. Коллаборативная робототехника: состояние и новые задачи // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2017. – Т.18, №12. – С. 812–819.
20. *Попов Е.П., Ющенко А.С*. Роботы и человек. – М.: Наука, 1984.
21. *Ющенко А.С*. Состояние и перспективы диалогового управления роботами// Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Труды Института психологии РАН. Вып.7/ под ред. А.А. Обознова и А.Л. Журавлева. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2015. – С.408–423.
22. *Тарасов В.Б.* От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.
23. *Goodfellow I., Bengio Y., Courville A*. Deep Learning. – Cambridge MA: MIT Press, 2016.
24. *Kuznetsov O.P., Zhilyakova L.Yu., Bazenkov N., Boldyshev B., Kulivets S*. New Approaches to Discrete Modeling of Natural Neural Networks// Proceedings of the 3rd International Scientific Conference «Intelligent Information Technologies for Industry» (Sochi, 17–20 September, 2017). – Heidelberg: Springer-Verlag, 2018.

25. *Карпов В.Э., Карпова И.П., Кулинич А.А*. Социальные сообщества роботов. – М.: Изд-во УРСС, 2018. – 352 с.
26. *Поспелов Д.А.* Фантазия или наука: на пути к искусственному интеллекту. – М.: Наука, 1982. – 224 с.
27. *Фоминых И.Б.* Эмоции как аппарат оценок поведения интеллектуальных систем// Труды X-й национальной конференции по искусственному интеллекту (КИИ-2006, Обнинск, 25-28 сентября 2006г.). – М.: Физматлит, 2006. – Т.2. – С. 687–694.
28. *Moffat D., Frijda N.H*. Where There is a Will There is an Agent// Intelligent Agents. Proceedings of ECAI-94 Workshop on Agent Theories, Architectures and Languages (ECAI-94, Amsterdam, August 8–9, 1994)/ Ed.by N.J.Wooldridge N.R. Jennings. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 890. 1995. – Berlin: Springer-Verlag, 1994. – P. 245–260.
29. Artificial General Intelligence/ Ed. by B.Goertzel, C. Pennachin. – Heidelberg: Springer-Verlag, 2007.
30. Proceedings of 2017 Annual Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures (Moscow, August 1–6, 2017). – Heidelberg: Springer-Verlag, 2017.
31. *Осипов Г.С., Панов А.И., Чудова Н.В.* Управление поведением как функция сознания. Часть 1. Картина мира и целеполагание // Известия РАН: Теория и системы управления. – 2014. – №14. – С. 49–62 Работа выполнена при поддержке РНФ, проект №16-11-00018.

Байрамов Э.В. (МГГЭУ)

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТОВ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ

Аннотация: *В работе представлен концептуальный подход к разработке системы инклюзивного образовательного процесса и ее применению в единой информационной среде университета при обучении студентов с ограниченными физическими возможностями. Основной задачей информационной системы образовательного процесса является обеспечение индивидуального подхода к формированию знаний и умений студентов с инвалидностью на основе экспертной поддержки с учетом физических и психологических аспектов, обусловленных нозологическими особенностями студентов.*

Особенностью интеллектуальной системы является возможность создания индивидуальных траекторий обучения студентов с инвалидностью, используя педагогические компенсаторные возможности и технологии.

Ключевые слова*: интеллектуальная информационная система, студенты с инвалидностью, образовательная среда, процесс обучения.*

Bayramov E.V. (MGGEU)

APPLICATION OF INFORMATION INTELLECTUAL SYSTEM IN THE UNIFIED EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF THE UNIVERESITY IN TEACHING STUDENTS WITH DISABILITIES

Annotation: *The purpose of this article is to outline the architectural design and the conceptual framework system based on ontological model of education process for people with disabilities. The main objective of the information system is to provide an individual approach to the formation of knowledge and skills of students with disabilities based on expert support, taking into account the physical and psychological aspects of students.*

A feature of the intellectual system is the ability to create individual learning paths for students with disabilities using pedagogical compensatory capabilities and technologies.

Key words*: intellectual information system, students, adaptive intelligent system, education process.*

На текущий момент система высшего образования страны характеризуется изменениями требований к специалистам на рынке труда, которые обусловлены социально-экономическими и технологическими драйверами.

К технологическим аспектам изменения рынка труда относятся (*рис. 1*):

- Широкое внедрение мобильного интернета и облачных технологий;
- рост вычислительных мощностей компьютерной техники и достижения в области обработки больших объемов данных (Big Data);
- рост технологий в области альтернативных источников энергии, снижение нагрузки на окружающую среду;
- интернет вещей, новые разработки в области систем автоматического управления;
- развитие интернет-площадок ведения бизнеса;
- новые разработки в робототехнике и сфере разработки автономного транспорта;
- новые технологии в сфере искусственного интеллекта;
- 3D технологии;
- исследования в сфере новых материалов, биотехнологии, генной инженерии.

Рис. 1. Технологические драйверы

Особенно актуальным является внедрение новых информационных технологий в инклюзивном образовательном процессе. На диаграмме (*рис. 2*) приведены данные о соотношении студентов с инвалидностью в инклюзивном университете, поступившие в 2017 учебном году.

Представленные данные говорят о большом количестве среди поступивших студентов с различными нозологиями (56% от общего числа поступивших), причем необходимо отметить, что, несмотря на преобладание студентов с заболеваниями нервной системы (28%), в университете обучаются студенты с различными нозологиями. Представленная статистика выдвигает особенные требования к образовательному процессу и подтверждает необходимость разработки мероприятий, направленных на повышение эффективности обучения лиц с инвалидностью и адаптацию образовательного процесса для различных категорий студентов.

Таким образом, целью данного исследования является разработка и внедрение в качестве одного из таких мероприятий интеллектуальной информационной образовательной системы единой информационной образовательной среды университета, адаптированной для студентов с ограниченными возможностями здоровья.

Данная информационная образовательная среда позволит обеспечить:

- эффективное использование образовательных технологий при выборе индивидуальных траекторий студентов с инвалидностью;
- внедрение системы компенсации физических особенностей студентов с инвалидностью;
- внедрение подсистемы дистанционного обучения для студентов с инвалидностью;
- внедрение и эффективное использование реабилитационных технологий в образовательном процессе;
- внедрение подсистемы поддержки принятия решений на основе экспертных оценок при обучении студентов с инвалидностью.

Модернизация ИТ-структуры университета представлена на *рис. 3*.

В состав системы входят три подсистемы: подсистема реабилитации, подсистема дистанционного обучения и подсистема экспертных оценок [3]. Динамика физического и психологического состояния студентов с инвалидностью будет отслеживать с помощью

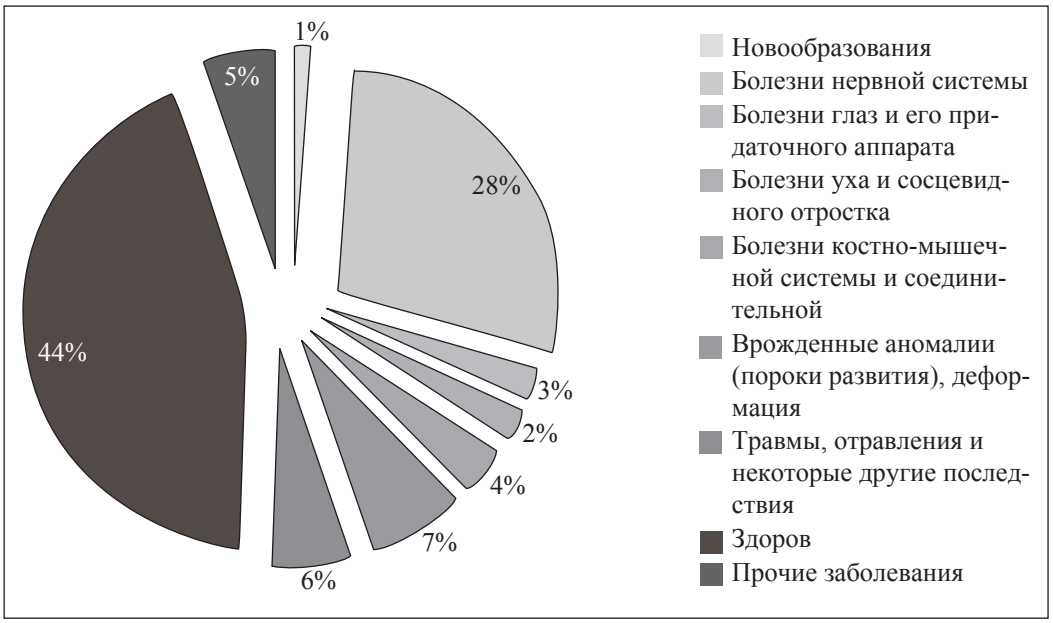


Рис. 2. Диаграмма соотношения студентов по основным группам нозологий

Рис. 3. Структура информационной образовательной системы университета

подсистем психо-эмоционального состояния, подсистемы реабилитации. В состав данных подсистем входят технические и информационные средства мониторинга физического состояния обучающихся с инвалидностью. Основой построения индивидуальных образовательных траекторий служит подсистема педагогических компенсаций, которая на основе экспертных оценок позволит выбирать индивидуальные образовательные технологии для студентов с инвалидностью.

Создание единого информационного образовательного пространства позволит сформировать личностно-ориентированный подход к процессу обучения студентов, что приведет к удовлетворению потребностей в качественных образовательных услугах студентов с инвалидностью.

Литература

1. Российское образование в цифрах: реформирование системы высшего образования. Бюллетень в сфере образования. Аналитический центр при Правительстве РФ., Вып. №12, 2017 г.
2. *Никольский А.Е., Петрунина Е.В*. Особенности применения проблемно-ориентированных средств в аналитических системах инклюзивных процессов. Суперкомпьютерные технологии (СКТ2018): материалы 5-й всероссийской научно-технической конференции ; в 2 т. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд. ЮФУ, 2018. С. 60–65.

Самира Мамедова, Тарана Гулиева
«Сумгаитский государственный университет Азербайджана»

СОЗДАНИЕ УСЛОВИЙ ДЛЯ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТОВ-ИНВАЛИДОВ В СУМГАИТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Аннотация: *В статье рассматриваются вопросы инклюзивного образования студентов-инвалидов в Сумгаитском государственном университете. Отмечается, что, дети с ограниченными физическими возможностями получали образование в специализированных учебных заведениях, но не могли интегрироваться в общество в связи с тем, что часто не могли получить высшего образования. В настоящее время в этой области произошли положительные изменения во всем мире. В статье исследуется роль TEMPUS проекта «Создание основ для интеграции лиц с инвалидностью в высшие учебные заведения Азербайджана» (ESFIDIP) в организации инклюзивного образования, предполагающего получение образования лиц с ограниченными физическими возможностями, кто не имеет проблем со здоровьем. Также в статье говорится обо всех мероприятиях, проводимых в Азербайджане для развития инклюзивного образования. В заключении авторы статьи делают вывод о том, что в Азербайджане проделана большая работа по интеграции лиц с ограниченными физическими возможностями в вузы страны. Для этого имеется база и намечаются большие перспективы и в Сумгаитском государственном университете.*

Ключевые слова: *инклюзивное образование, студенты-инвалиды, Сумгаитский государственный университет, международные проекты.*

Mamedova Samira, Guliyeva Tarana

CREATING CONDITIONS FOR INCLUSIVE EDUCATION OF STUDENTS WITH DISABILITIES AT SUMGAIT STATE UNIVERSITY

Annotation: *The issues of inclusive education of disabled students at Sumgayit State University are reviewed in the article. It is noted that children with disabilities received education in specialized educational institutions, but could not integrate into society due to the fact that they often could not get higher education. Currently there have been positive changes in this area around the world. The role of TEMPUS project "Establishment of a foundation for the Integration of Disabled People into HEIs of Azerbaijan" (ESFIDIP) was researched in the organization of inclusive education, involving the education of persons with disabilities, along with those who have no health problems.All the events held in Azerbaijan for the development of inclusive education are also stated in the article. In conclusion, the authors of the article conclude that a lot of work has been done in Azerbaijan for integrating persons with disabilities into the country's universities. There is a base for this and great prospects are envisaged in Sumgayit State University.*

Keywords*: inclusive education, disabled students, Sumgait State University, international projects.*

Уже многие годы лица с ограниченными физическими возможностями встречаются с рядом препятствий на пути получения образования. Причиной этому является отсутствие соответствующей инфраструктуры, несоответствие куррикулума и системы образования особым потребностям этих лиц. Несмотря на то, что в специализированных учебных заведениях подобные дети получали образование, недостатком этой системы было то, что эти лица в последующем не могли интегрироваться в общество. Безусловно, что лишение детей

с ограниченными физическими возможностями получения высшего образования, затрудняет перспективу получения ими работы. В результате, эти дети лишаются возможностей личного развития, а общество теряет потенциальный человеческий капитал. Однако, за последнее время во всем мире в этой области произошли серьёзные положительные сдвиги. В результате расширения специальных учебных заведений, подготовки адекватного курриkулума дети с ограниченными физическими возможностями могут получать образование в более комфортных и подходящих условиях. Следующим положительным новшеством является то, что понятие инклюзивного образования получило широкое распространение в мире. Так, как логическое продолжение стратегии «образование для всех», согласно этой философии дети с различными особенностями и запросами должны получать образование в одной школе вместе с детьми, не имеющими проблем со здоровьем. Есть уверенность в том, что в таких условиях дети с ограниченными возможностями легче интегрируются в общество. Следует отметить, что обучение детей с ограниченными физическими возможностями не должно ограничиваться лишь школой, оно должно быть нацелено и на получение высшего образования. Положительным шагом, предпринятым в направлении учебных заведений для детей с ограниченными физическими возможностями, стала прибавка к заработной и должностной оплате учителей и работников образования в порядке, предусмотренном законодательством [1]. Азербайджанские университеты с 2013 года продолжают свою работу в этом направлении. Именно продолжают, а не начали, потому что еще с 2011-го года уже начался этап создания проекта и привлечения к нему партнеров. Наконец, в 2013-ом году международный проект TEMPUS ESFIDIP, по поводу которого состоялось обращение в Евросоюз для финансирования, было выбрано на получение гранта. Проект должен был действовать в течение 3 лет.

Основной целью проекта было создание и усиление деятельности Центров для студентов-инвалидов. TEMPUS проект «Создание основ для интеграции лиц с инвалидностью в высшие учебные заведения Азербайджана» (ESFIDIP) рассчитан на интеграцию лиц с ограниченными физическими возможностями в вузы Азербайджана и применение опыта европейских стран в этой области.

Партнеры проекта с азербайджанской стороны:

1. Университет Хазар (координатор)
2. Гянджинский государственный университет
3. Нахичеванский государственный университет
4. Сумгаитский государственный университет
5. Ленкоранский государственный университет
6. Азербайджанский государственный экономический университет
7. Союз инвалидных организаций (СИО)
8. Министерство образования Азербайджанской Республики
9. Министерство труда и социальной защиты населения.

Партнеры проекта со стороны Европы.

1. Human European Consultancy (Нидерланды)
2. Лодзьский университет (Польша)
3. Македонский университет (Греция)
4. Грацкий университет (Австрия)

В рамках TEMPUS проекта «Создание основ для интеграции лиц с инвалидностью в высшие учебные заведения Азербайджана» (ESFIDIP) были проведены тренинги. В Грацком университете, македонском университете, Лодзьском университете. В тренингах участвовали сотрудники проекта из Азербайджана, а также преподавательско-технический состав Сумгаитского государственного университета. Следует отметить, что в СГУ были

проведены тренинги для его сотрудников под руководством модераторов европейских партнеров [2].

В настоящее время в СГУ получают образование 4 студента, имеющие инвалидность. С целью оказания помощи студентам-инвалидам сотрудники Центра и кафедры психологии университета участвуют в семинарах, тренингах и международных конференциях, организованных в городе Баку, повышая свои знания и навыки в этом направлении и накапливая опыт [3].

Сумгаитский государственный университет сотрудничает в области инклюзивного образования не только по программе TEMPUS Европейской комиссии, но при поддержке Министерства образования Азербайджанской Республики расширяет связи сотрудничества с зарубежными организациями. Примером этому может служить сотрудничество СГУ с British Council [4] и UNƏCEFпо имеющемуся проекту [5]. Преподавательско-технический состав СГУ постоянно проводит в школах города Сумгаита, осуществляющих инклюзивную деятельность встречи, информационные дни для того, чтобы население знало об имеющемся потенциале в университете и могли воспользоваться в будущем возможностью получения здесь образования. Вуз имеет договоры с двумя инвалидными организациями. Совместное сотрудничество с одной из этих организаций, а именно, с Общественным объединением организации предпринимателей-инвалидов [6], в рамках международного проекта и получение образования студентами-инвалидами помогает решать и вопросы их трудоустройства.

Таким образом, СГУ поддерживает инклюзивное образование, осуществляется интеграция людей с ограниченными физическими возможностями в высшие учебные заведения. Для этого имеется хорошая база, и намечаются успешные перспективы.

Литература

1. Закон Азербайджанской Республики об образовании – 2009.

Интернет ресурсы

2. https://sdu.edu.az/az/news/235 Universitetimiz “Əlilliyi olan şəxslərin Azərbaycanın ali təhsil müəssisələrinə inteqrasısı”na dəstək verir.
3. https://sdu.edu.az/az/news/790 Əməkdaşlarımız İnklüziv təhsilə həsr edilmiş Beynəlxalq konfransda
4. https://sdu.edu.az/az/news/985 BRITISH COUNSIL Azərbaycan və Azərbaycan Respublikası mədəniyyət nazirliyinin dəstəyi ilə SDU əməkdaşları inkluziv təhsil mövzusunda təlimdə.
5. https://xeberfaktşaz/tehsil/13960-thsil-nazirliyinin-v-unicef-in-nmaymdlri-sdu-da-oldular. html 6. https://sdu.edu.az/az/news/970 SDU ilə “Əlil Sahibkarlar Təşkilatları” İctimai Birliyi arasında əməkdaşlıq müqaviləsi imzalandı.

Тимофеев А.И. к.т.н., с.н.с.
«ОАО Национальный институт авиационных технологий, Москва»
timofiev@yandex.ru

О ВОЗМОЖНОСТИ НОВОГО ЭТАПА РАЗВИТИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА С ВНЕШНИМ МАТЕРИАЛЬНЫМ МИРОМ

Аннотация: *В работе определены перспективные задачи в области интеллектуализации манипуляционной робототехники и протезостроения на автономном уровне в т.ч. с применением систем технического зрения.*

Ключевые слова: *робототехники, самоорганизаци, захват, манипуляция, принятие решения, мышление, разумный помощник.*

Timofeev A.I., Ph.D., c.n.s.
«National Institute of Aviation Technologies, Moscow»

ABOUT THE POSSIBILITY OF THE NEW STAGE OF DEVELOPMENT OF HUMAN INTERACTION WITH THE EXTERNAL MATERIAL WORLD

Annotation: *The work identified promising tasks in the field of intellectualization of manipulation robotics and prosthetic at the autonomous level, including using vision systems:*

Keywords: *robotics, self-organization, capture, manipulation, decision making, thinking, reasonable assistant.*

С самого начала своего появления на планете наша Цивилизация стремится совершенствовать свои отношения с внешним материальным миром, включая манипулирование различными объектами внутри сферы пространства 3D, ограниченной радиусом вылета кисти руки. Внутри этой *активной сферы 3D* широко известны достижения в искусстве, экономике, домашней сфере и т.д. Однако за пределами границ этой сферы, где пространство 3D недостижимо для кистей рук, достигнуты достаточно скромные результаты такие, как, например, управление полетами камней, копий, лассо, позднее замененные управлением машинами и механизмами, лазерным лучом и полетами пуль, снарядов, ракет и т. д. В течение всего исторического периода упомянутые границы между этими сферами не изменялись. Поэтому манипулирование далеко расположенными неориентированными объектами с полноценным применением основных функций кисти руки и сегодня остается по-прежнему недостижимым как и в доисторические времена.

1. Основная нерешенная проблема в манипулировании

Длительное отсутствие кардинального решения актуальной и нерешенной проблемы в протезостроении и в манипуляционной робототехнике — ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗАХВАТА НЕОРИЕНТИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ СЛОЖНЫХ ФОРМ — как необходимой начальной стадии манипулирования с любыми объектами в естественной недетерминированной среде, — связано с проявлением физических законов нашей планеты — *отсутствием проекций сил веса* объекта в новых точках контакта, как векторных величин, до отрыва объекта от исходного положения, и *обязательным их появлением* (и других сил) в процессе манипулирования (после отрыва объекта от исходного положения). (Под надежностью захвата в физике подразумевают обеспечение условий создания *устойчивого состояния равновесия всех сил и моментов в системе «Кисть — Объект»*). Указанное

предопределяет наличие *высшей степени неопределенности* физической ситуации в системе «Кисть – Объект», определяемое *информационным разрывом на семантическом уровне* между пластом Настоящего времени, когда необходимо принимать решение в исходных условиях, и пластом Будущего времени, когда реализация этого решения будет происходить совершенно в других условиях, причем семантическая составляющая информации последних полностью отсутствует в пласте Настоящего времени. Дополнительные трудности поиска решения кардинального решения также связаны с фактом, что многие информационные процессы принятия решения человеком происходят на уровне подсознания (психологическая проблема). Поэтому и *сегодня манипуляционные возможности любого робота, связанные с надежным захватом неориентированных объектов сложных форм, успешно реализуются исключительно в пределах границ заранее созданной или осознанной человеком детерминированной среды.*

2. О возможности решения проблемы в манипулировании

Проект «Искусственная «разумная» рука» [7], базирующийся на моделировании как способов организации, так и функциональных принципов двигательного акта руки человека с применением пространственного тактильного осязания., в т.ч. *архитектоники* функциональной системы человека — системы захвата в исходных неопределенных условиях, призван обеспечить как кардинальное решение упомянутой проблемы, так и увеличение вдвое или более границ радиуса сферы активного манипулирования в пространстве 3D. Успешное применение целесообразных *функциональных принципов* двигательного акта руки человека, в нашем случае в качестве *критериев достижения* целесообразного *функционального паритета* технических и биологических систем (в пределах границ общего класса решаемых задач) предопределяет также степень *идентичности их процессов самоорганизации*, в т.ч. условий и особенностей формирования новых структур и функций исполнительного органа с автоматическим изменением отношений активных элементов его структуры по реализации принятого решения в аналогичных условиях. Указанные функциональные принципы были выявлены в результате проведения эксперимента, где оператор был поставлен в условия работы манипуляционного робота (доступ к информации исключительно тактильного происхождения) с заданием обеспечения надежного захвата неориентированных корпусных объектов сложных форм. В качестве одной из рекомендаций по проектированию – это обеспечение безударности охвата неориентированного объекта за счет разложения активных контактных сил, воздействующих на адаптивное захватное устройство, по заранее заданным осям, совместимыми с векторными компенсаторными звеньями размерных цепей его механизма кисти. Определены следующие *перспективные задачи* в области интеллектуализации манипуляционной робототехники и протезостроения на автономном уровне в т.ч. с применением систем технического зрения:

2.1. Развитие процессов *самоорганизации* в системах управления манипуляционными роботами, в т.ч. автоматизации выявления причин отрицательного прогноза и расчетов координат передислокации кисти робота в новую позицию по исходным данным об объекте.

2.2. Информационные процессы взаимодействия манипуляционных движений как отдельных пальцев кисти, так и рук роботов с системами технического зрения в автономном режиме при производстве сборочных, аварийно – спасательных и других работ.

2.3. Решение обратной задачи – определения в автономном режиме координат *зон точек контакта* неориентированных объектов сложных форм *в качестве такелажных точек.*

2.4. Расширение функциональных возможностей робототехники и протезостроения за счет совместного применения как пассивной, так и активной форм адаптации интеллектуальных захватных устройств.

Это принципиально отличается от разработанных на Западе и в Японии образцов современных биопротезов и манипуляторов с ручным управлением — например, фирмы «Touch Bionics» (Шотландия), клиники Барселоны (Испания), Университета Дж. Хопкинса (США) и т.д., с управлением движениями пальцев кисти и всей руки от усиленных сигналов сенсоров, расположенных на коже культи и различных ее нервах или (и) вживленных в мозг чипов, и применяющих только *активную форму* адаптации пальцев (эфферентная связь) к форме и положению объекта, где оценка ситуации производится визуально с применением зрения пациента. Зарубежные протезы, безусловно, являются определенным достижением в области изучения эфферентных сигналов двигательного акта руки человека, *однако они лишены возможности афферентной связи, афферентного синтеза (как результатов пространственного тактильного осязания)* или их технических аналогов – важных звеньев биологической функциональной системы захвата человека – и как следствие – *лишены возможности оценки физической ситуации и прогнозирования надежности захвата с принятием решения в автономном режиме* на семантическом уровне, тем более в условиях ограничения видимости или ее отсутствия. Естественно, пользователь этих протезов лишен ряда возможностей собственной биологической функциональной системы захвата, в том числе таких как *детерминирование* исходной физической ситуации в системе «Кисть – объект», *прогнозирование* надежности захвата на основе тактильной полноценной информации (по афферентной связи) и ее оценки, что актуально в условиях ограничения или отсутствия прямой видимости. В качестве другого примера – реализуемый сегодня проект антропоморфного робота (Япония) на основе функционального моделирования основных систем и органов человека, что сегодня представляет значительный интерес, прежде всего, как источник механическх «запасных частей» человека. Однако возможные модели таких функций как *формирование потребностей в качестве основы целеположения в автономном режиме, так и функции самовоспроизведения* способны вывести проект за границы *этического императива.*

Некоторые области применения

3.1. Медицина, биология

3.1.1. Гамма интеллектуальных протезов (в т.ч. интеллектуальные перчатки) для инвалидов рук с различными степенями ампутации, включая и инвалидов с парализованными руками, с отличительной особенностью по самоорганизации протезов в автоматическом режиме.

3.1.2. Спецманипуляторы для инвалидов ног (самообслуживание).

(Увеличение вылета центра кисти в 2 раза, например, увеличивает объем активной зоны 3D пространства в 8 раз.)

3.1.3 Применение *летающих манипуляторов* (см.п.3.6) для самообслуживания инвалидов без изменения своего положения в 3D пространстве, когда инвалид способен пользоваться различными корпусными объектами сложных форм на больших расстояниях от них (например, снимать яблоки, груши в труднодоступных местах сада).

Психологическая реабилитация инвалидов обеспечивается через осознание снижения их зависимости от внешней помощи при:

- *управлении автотранспортом* — надежный захват руля при условии возможности одновременного управления им, тормозом и газом,
- *проведении садовых работ* с заменой удобного инвентаря,
- у*частии в спортивных соревнованиях*, предусматривающих как надежное удержание спортивного инвентаря с манипулированием, так и его замену в автономном режиме.

- *расширенном участии в реализации домашнего труда* — уборки использованной посуды, постели, расстановке мебели и т.д.

Возможно представить значение увеличения радиуса вылета кисти руки человека мысленным экспериментом, в котором радиус вылета кисти уменьшен примерно в 2 раза — на локтевом уровне вылета кисти руки с необходимым изменением одежды человека, мебели и т.д.

3.1.4 Модели биологических систем в биологии, психологии – моделирование мыслительных процессов на уровне подсознания, например, что при достижении функциональной адекватности модели и ее биологического аналога. позволяет выявлять закономерности процессов биологических систем.

3.2. Производство

Автоматизации единичного, многономенклатурного производства в обрабатывающей промышленности, в т.ч. машиностроении.

3.3. Бытовая сфера

3. Интеллектуальные кисти бытовых роботов, например, по уходу за больными – доставка, собирание использованной неориентированной посуды, уборка квартиры и т.д.

3.4. Космос

Монтажные, сборочно-разборочные и аварийные внекорабельные работы в недерминированных космических условиях, в т.ч. в жестких условиях космической радиации и температуры, неприемлимых для биологических систем (включая создание необходимых и достаточных условий для пребывания человека на космических объектах). Результаты полета зонда EXO MARS в 2016 неутешительны для человека.

По данным NASA экипажи космических кораблей, полностью лишенные защиты магнитного пояса Земли от реликтового космического излучения, получили бы смертельную дозу этого излучения за несколько месяцев космического полета.

3.5. Экстремальные условия

Подводные спасательные, монтажные и другие работы, в т.ч.. разминирование морского дна в условиях отсутствия прямой видимости, манипуляционные работы в радиационных зонах ядерных станций.

3.6. Создание «Летающего манипулятора»

На базе уже существующих БПЛА (беспилотных летающих аппаратов) возможно создание гаммы *летающих манипуляторов*. Этот новый класс манипуляторов будет оснащен не только видео — фотоаппаратурой, но и возможностью безударно и надежно захватывать отдельные неориентированные корпусные объекты сложных форм, находящиеся в движении или в стационарном состоянии на значительных расстояниях от пользователя. Управление летающими манипуляторами возможно с применением джостиков.

3.7. Создание «Искусственного человечества»

Объединение достижений нашей Цивилизации (Россия, Европа, США, Япония и других стран), в частности, результатов в создании шагающих роботов, в области искусственного зрения, речи, моделирования мыслительных процессов в условиях неопределенности, надежности захвата неориентированных объектов позволит заложить основу для создания «Искусственного человечества» с целью получения нового помощника человека при освоении космического пространства (освоения Юпитера и его планет) в случае появления признаков опасного поведения Солнца в будущем.

Заключение

Концентрация интеллектуальных и материальных возможностей нашей Цивилизации на развитии творчества будущих поколений человечества с целью их совершенствования с применением процессов самопознания, самооценки и этического императива, позволит, наконец, покончить с многими негативными пороками Человечества, в т.ч. преодолеть пороги эгоистического мышления, материального накопительства, потребительского мышления, кастовых отношений и перейти к реализации мечты о космических эрах в условиях освоения Космоса и возможных космических угроз, в чем создаваемые сегодня разнообразные технические «мыслящие» и «умные» системы будут нашими «разумными» помощниками.

Реализация в ближайшем будущем моделирования функций человека (с применением достижений нашей Цивилизации) в 3 областях:

1. *головного мозга* с моделированием мыслительных процессов в т.ч. в различных условиях неопределенности исходных ситуаций, применением технического зрения, и использования вербального (устного речевого) общения с пониманием смысла [8],
2. особенностей применения функций *прямохождения* человека,
3. особенностей применения функций *рук* человека
4. способна заложить основы создания Искусственного Человечества с косной материей для освоения Космического пространства и Мирового океана в естественных условиях, недоступных для существования нашей биологический материи. (См. Результаты полета зонда EXO MARS в 2016 г.). Каменный век в истории нашей Цивилизации закончился не потому, что камни оказались в дефиците, а по причине появления новых технологий по решению актуальных задач. Вышеуказанное как *в качестве нового импульса развития нашего Общества* способно стимулировать как широкомасштабные замещения работников с ручным и механизированным видами ручного труда в отдаленных неблагоприятных и опасных условиях, так и развитие протезостроения и манипуляционной робототехники в области интеллектуализации с увеличением зон активного манипулирования, что, в свою очередь, вызывает аналогию с активной ролью руки человека в материальной и духовной сферах деятельности нашего Общества как шагов эволюционных процессов по обустройству нашей Цивилизации на нашей планете с применением новых технологий. *Впервые в эволюции нашего Общества появляется уникальная возможность по расширению геометрических границ упомянутых 3D активных сфер манипулирования посредством моделирования как способов организации двигательного акта руки человека, так и моделирования функций безударного охвата неориентированных объектов сложных форм, оценки фактических физических ситуаций системы «Кисть-Объект» в автоматическом режиме, прогнозирования надежности захвата с принятием решений и их реализацией.*

Литература

1. *Timofeev A.I., Dmitrieva V.A.* The system of decision taking in indeterminate situations. B.S. Laboratory – 2nd International Symposium "Systems Thinking for a Systainable Economy", Universitas Mercatorum, Rome, Italy. 23-24 January, 2014.
2. *Колгоморов А.Н.* Жизнь и мышление как особые формы существования материи. Из сборника "О сущности жизни". – М.: Наука, 1964. – С. 52.
3. *Тимофеев А.И.* Семиотическая основа процессов прогнозирования в неопределенных условиях. Материалы Десятой национальной конференции по искусственному интеллекту. 25–28 сент. Обнинск. Физматлит. 2006.
4. *Тимофеев А.И.* Об информационных процессах самоорганизации.=(на примере технической модели системы захвата). Вестник Международной Академии Наук (Русская секция) под ред. К.В. Судакова, №1, 2007. С. 57–62.
5. *Timofeev A.* Artificial intellectual hand: Capture reliability prognosis of non-oriented complex shape objects for manipulating robotics. EMCSR 2012 - European Meeting on Cybernetics and Systems Research, University of Vienna, Austria, 10–13 of April, 2012.
6. *Timofeev A., Dmitrieva V.*. Civilization and technological thinking systems. 9Th Congress of the UES-EUS. Globalization and Crisis. Complexity and Govermance of systems. Universitat Valencia, Spain, 15–16 October, 2014.
7. *Anatoly Timofeev*. Civilization and Technical Thinking Systems. LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2015, 42 p.
8. www. Cubicrobotics.ru
9. *Timofeev A.I.* Technical Thinking systems are on the threshold of our Society. Horizon Research Publishing Corporation, "Universal Journal of Management", vol. 3(9), USA, 2015, p. 372–375.
10. *Timofeev A*. Technical Thinking systems with informational support for human activities. 3rd Business Systems Laboratory International Symposium, January, 21–23, Perugia, 2015, Italy.
11. *Тимофеев А.И.* Технические мыслящие системы на пороге нашего общества. XVII Международная научно-практическая конференция «Современные концепции научных исследований». Евразийский союз ученых. Часть 2, №8(17) 2015, Москва, 28–29 августа 2015, с. 125–128.
12. *Anatoly Timofeev*. Technical Thinking Systems and our Society. 4Th Business Systems laboratory International Symposium, August, 24–26, Mykolas Romeris University, Vilnius, 2016, Lithuania.
13. *Тимофеев А.И.* О теоретической основе проекта «Искусственная «разумная» рука». Юбилейное заседание ИК РОС «Социология медицины» «Цифровые технологии и личность: конвергенции, риски и будущее». ФГАОУ ВО Первый Московский Государственный Медицинский Университет им. И.М. СЕЧЕНОВА (Сеченовский Университет), 9 октября 2018, Москва.

Гетманов В.Г.
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ПРИМЕНЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ И СПЛАЙНОВЫХ АППРОКСИМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА СИГНАЛОВ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКОГО МОНИТОРИНГА

Аннотация: *Предлагается математическая технология, основанная на локальных и сплайновых аппроксимационных моделях для оценивания параметрических функций (амплитуд, частот и разностей фаз) нестационарных многочастотных сигналов, которая может быть применена в медицинском мониторинг. Для рассматриваемых моделей на локальных интервалах осуществляется оптимизационная по амплитудам и частота к наблюдению.*

Ключевые слова: *медицина, мониторинг, наблюдения, оценивание, сплайны, аппроксимация, амплитуды, частоты.*

Getmanov V.G. "National research nuclear University «MEPhI»"

THE APPLICATION OF LOCAL APPROXIMATION AND SPLINE MODELS FOR THE ANALYSIS OF SIGNALS AND SYSTEMS MEDICAL MONITORING

Annotation: *A mathematical technology based on local and spline approximation models for the evaluation of parametric functions (amplitudes, frequencies and phase differences) of non-stationary multifrequency signals is proposed, which can be used in medical monitoring.*

For the considered models on the local intervals is the optimization of the amplitudes and frequencies of observation.

Keywords*: medicine, monitor, monitoring, evaluation, splines, approximation, amplitude, frequency.*

Сигналы систем медицинского мониторинга, которые формируются в результате реализации электрокардиограмм, электроэнцефалограм, измерений давления крови и т.д., имеют сложную функциональную природу и характеризуются значительными нестационарностями, являются многочастотными, наблюдаются в шумах и, в ряде случаев, на ограниченных временных интервалах.

1. Здесь предлагается математическая технология, основанная на локальных и сплайновых аппроксимационных моделях, предназначена для оценивания параметрических функций (амплитуд, частот и разностей фаз) нестационарных многочастотных сигналов, которая может быть применена в рассматриваемой предметной области.

Для оценивания параметрических функций нестационарных колебательных сигналов применяется целый ряд традиционных методов, к которым относятся: 1. методы классического Фурье-анализа, 2. методы частотно-временных распределений; 3. методы wavelet-преобразований, включая методы атомарных функций; 4. методы нелинейных регрессионных моделей; 5. методы авторегрессионных моделей, включая метод Прони; 6. методы фильтрации Калмана.

Существует достаточно много практически важных случаев, когда возникает необходимость анализа нестационарных многочастотных сигналов со значительными нестационарностями по параметрам, и которые наблюдаются на ограниченных интервалах времени. Как правило, традиционные методы цифровой обработки для сигналов с подобными свойствами не являются в полной мере эффективными.

1) Классический Фурье-анализ [1] в форме ДПФ (дискретное преобразование Фурье) применяется для FFT-Based Time-Frequency Analysis нестационарных колебательных сигналов, используя скользящий с перекрытиями Short-time Fourier transform с соответствующими временными окнами. Однако, малые временные интервалы, обуславливают плохое разрешение по частоте для ДПФ, что приводит к большим погрешностям при оценивании параметров. ДПФ применяется, в основном, для квазистационарных сигналов.
2) Методы частотно-временных распределений [2, 3], например метод Вигнера-Виля, метод Рихачека и др., чаще всего, сводящиеся к построению вариантов оценок функций мгновенной спектральной плотности энергии (мощности) и использующие для этой цели процедуры ДПФ, на малых временах = наблюдения реализуют невысокую точность и возможные нелинейные искажения оценок параметрических функций.
3) Методы wavelet-анализа, в том числе и методы атомарных функций [4, 5, 6] представляют собой широко используются для исследования нестационарных сигналов. Применение этого аппарата для задач оценивания параметрических функций сигналов зависит от степени соответствия материнских wavelet-функций нестационарным сигналам и, вероятно, только в исключительных случаях позволяют получить метрологически обоснованные оценки рассматриваемых параметрических функций.
4) Методы авторегрессионных моделей, в том числе метод Прони [1], не позволяют получать удовлетворительные по точности оценки параметров колебательных сигналов при действии в них значительных амплитудных и частотных модуляций.
5) Методы нелинейного регрессионные анализа [7, 8] для колебательных сигналов со значительными нестационарностями по параметрам основываются на применении тригонометрических моделей сложного вида и приводят к многоэкстремальным функционалам от большого числа переменных, оптимизация которых связана со значительными вычислительными сложностями, с проблемами сходимости и преодоления застреваний в точках локальных экстремумов.
6) Методы фильтрации Калмана (фильтрации марковских процессов) [9, 10] для нестационарных колебательных сигналов, сводящиеся к алгоритмам фазовой автоподстройки частоты, приводят к нелинейным фильтрам большой размерности, которые требуют настройки из-за проблем «захвата».

Для рассматриваемой технологии определяются функциональная модель нестационарного сигнала на основе функции известного вида $x_M(p,t) = x_M(p(t),t)$, где $p = p(t)$ — исходная нестационарная параметрическая функция сигнала и $p(t) \in P$, заданная на ограниченном временном интервале $t_0 \le t \le t_f$, и модель наблюдений сигнала $y(t) = h(x_M(p(t),t), w(t))$, $w(t)$ — случайный сигнал погрешности наблюдений. Ставится задача по наблюдению $y(t)$, с учётом ограничивающего множества P и характеристик $w(t)$ найти оценку параметрической функции $p^\circ(t)$. Применим локальные и сплайновые модели, реализующие математическую технологию двухэтапных аппроксимаций [11, 12, 13, 14].

2. На первом аппроксимационном этапе для $t_0 \le t \le t_f$ формируется система из m локальных интервалов с точками стыковки $t_j, j = 1,... m - 1$, $t_{j-1} \le t \le t_j$. На каждом локальном интервале $t_{j-1} \le t \le t_j, j = 1,... m$ для исходной параметрической функции $p(t)$ ставится в соответствие локальные модельные параметрические функции $f(\beta_j, t)$, зависящие от вектора модельных локальных параметров β_j; $f(\beta_j, t) = 0$ для $t < t_{j-1}$, $t > t_j, j = 1,... m$. Вид функций $f(\beta_j, t)$ определяется функциональными характеристиками $p(t)$. На основе локальных и функциональных = моделей $f(\beta_j, t)$ и $x_M(t), t)$ формируется последовательность локальных моделей сигнала в

виде $\varphi_j(\beta_j, t) = x_M(f(\beta_j, t), t)$, $x_M(f(\beta_j, t), t) = 0$ для $t < t_{j-1}$, $t > t_j$, $j = 1,... m$. В качестве модели рассматриваемого нестационарного сигнала принимается функция

$$x_M\left(f\left(\beta,t\right),t\right) = \sum_{j=1}^{m} x_M\left(f\left(\beta_j,t\right),t\right) = \sum_{j=1}^{m} \varphi_j\left(\beta_j,t\right),$$

где β — блочный вектор, β^T $(\beta_1^T, \beta_2^T,...,\beta_m^T)$. Вводится функционал $S(\beta, y)$, определяющий меру близости наблюдений $y(t)$ и модели $x_M(f(\beta_j, t)$, который представляется суммой локальных функционалов

$$S\left(\beta,y\right) = \left\| y\left(t\right) - x_M\left(f\left(\beta,t\right),t\right)\right\|,\ S\left(\beta,y\right) = \sum_{j=1}^{m} S\left(\beta_j,y_j\right),$$

$S\left(\beta_j,y_j\right) = \left\| y_j\left(t\right) - x_M\left(f\left(\beta_j,t\right),t\right)\right\|$, $y_j\left(t\right)$ — наблюдения сигнала на локальных интервалах. Нахождение β_j°, локальных оценок параметрических функций $f\left(\beta_j,t\right) = \overline{p}_j^\circ\left(t\right)$ и оценка параметрической функции $\overline{p}_j^\circ\left(t\right)$ на первом этапе осуществляется с помощью минимизации $S(\beta_j, y_j)$

$$\beta_j^\circ = \arg\left\{\min_{\beta_j} S\left(\beta_j,y\right)\right\},\ f(\beta_j,t) = \overline{p}_j^\circ(t),\ j = 1,...,m,\ \overline{p}^\circ(t) = \sum_{j=1}^{m} \overline{p}_j^\circ(t).$$

Целесообразно привести различные варианты локальных моделей для задач локальной аппроксимации. 1. Узкополосные сигналы могут быть аппроксимированы последовательностями локальных модельных кусочно-синусоидальных функций с постоянными амплитудами и частотами вида $x_M(f(\beta_j, t), t) = a_j \cos\omega_j t + b_j \sin\omega_j t$, $\beta_j^T = (a_j, b_j, \omega_j)$, $j = 1,...,m$. В этом случае локальные модели для амплитудных и частотных параметров представляются последовательностями кусочно-постоянных функций $f^T\left(\beta_j,t\right) = \left(f_1\left(\beta_j,t\right)\right), \left(f_2\left(\beta_j,t\right)\right)$ $f_1\left(\beta_j,t\right) = \left(a_j^2 + b_j^2\right)^{1/2}$ $f_2\left(\beta_j,t\right)\right) = \omega_j$. 2. Одночастотные сигналы со значительными амплитудно-частотными модуляциями на ограниченном интервале могут быть аппроксимированы последовательностями кусочно-синусоидальных функций с линейными амплитудами и частотами вида $x_M\left(f\left(\beta_j,t\right),t\right) = \left(a_{1j} + a_{2j}t\right)\cos\left(\omega_j + \vartheta_j t^2/2 + \varphi_j\right), \beta_j^T\left(a_{1j}, a_{2j}, \omega_j, \vartheta_j\varphi_j\right)$.

3. Нестационарные многочастотные сигналы могут быть аппроксимированы локальными полигармоническими моделями с постоянными амплитудами и частотами

$$x_M\left(f\left(\beta_j,t\right),t\right) = \sum_{l=1}^{L}\sum_{l=1}^{L}\left(a_{lj}\cos\omega_{lj}t + b_{lj}\sin\omega_{lj}t\right), \beta_j^T = \left(a_{1j},...,a_{Lj},b_{1j},...,b_{Lj},\omega_{1j},...,\omega_{Lj}\right),$$

На *рис. 1* схематически изображена последовательность локальных кусочно-синусоидальных моделей $\varphi_1,(\beta_1,t),..., \varphi_1,(\beta_4,t)$ и наблюдение узкополосного сигнала $y(t)$. Для рассматриваемых локальных моделей на локальных интервалах осуществляется оптимизационная подгонка по амплитудам и частотам к наблюдению.

3. На втором аппроксимационном этапе последовательности локальных оценок параметров сглаживаются сплайновыми функциями для повышения точности оценивания параметрических функций. С этой целью на интервале $t_0 \le t \le t_f$ вводятся точки стыковки сплайновых интервалов τ_k, $k = 1,..., n - 1$ ($\tau_0 = t_0$, $\tau_0 = t_f$) и сплайновые интервалы $\tau_{k-1} \le t \le \tau_k$, $k = 1,...,n$. Определяются сплайновые функции $g(\alpha_k,t)$, $\tau_{k-1} \le t \le \tau_k$, $g(\alpha_k,t) = 0$ для $t < \tau_{k-1}$ $t > \tau_k$, и сплайновые модельные функции

$$g\left(\alpha,t\right) = \sum_{k=1}^{n} g\left(\alpha_k,t\right),\ \alpha^T = \left(\alpha_1^T,\alpha_2^T,...,\alpha_n^T\right).$$

Условия гладкости сплайновых модельных функций в виде равенств для производных сплайновых функций в точках стыковки τ_k $s = 0,1,...,s_0$, S — порядок производных, представляются с помощью функции $h(s)(\alpha)$

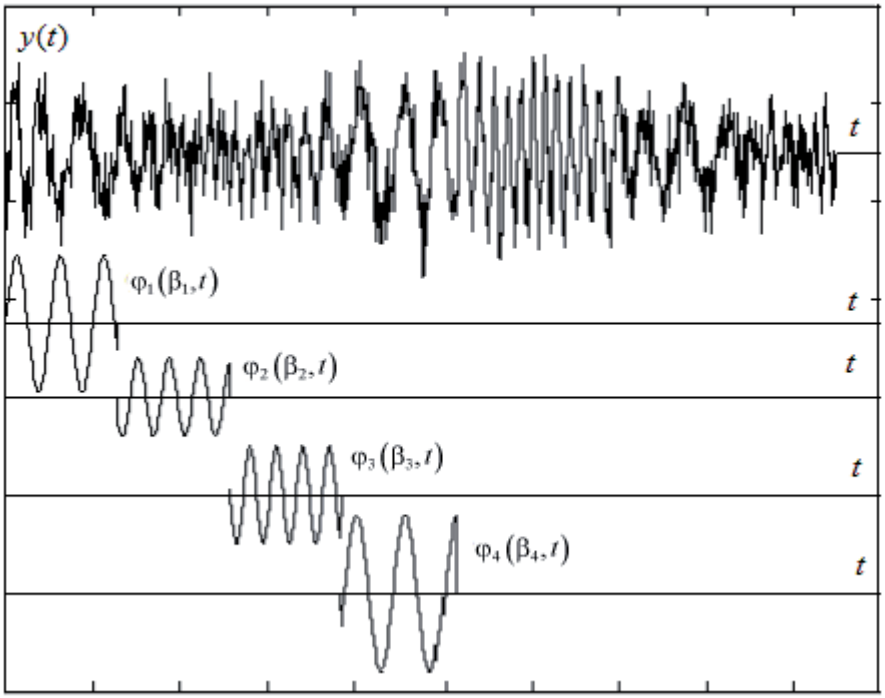


Рис. 1. Локальная аппроксимация для наблюдений $y(t)$ узкополосного сигнала последовательностью локальных кусочно-синусоидальных моделей $\varphi_1(\beta_1,t),...,\varphi_4(\beta_4,t)$

$$h^{(s)T}(\alpha)=\left(g^{(s)}(\alpha_1,\tau_1)-g^{(s)}(\alpha_2,\tau_1),...,g^{(s)}(\alpha_{n-1},\tau_{n-1})-g^{(s)}(\alpha_n,\tau_{n-1})\right)=0.$$

Для оценки от первого этапа $\overline{p}^{\circ}(t)$ и сплайновой функции $g(\alpha,t)$ вводится функционал

$$S(\alpha,\overline{p}^{\circ}(t))=\left\|\overline{p}^{\circ}(t)-g(\alpha,t)\right\|.$$

Векторы-параметры α принадлежат ограничивающему множеству A, образованного системой равенств $A=\{\alpha: (h^{(s)}(\alpha)=0,\ s=0,...,s_0\}$. Построение сплайновой аппроксимационной модели и оценка параметрической функции на втором этапе базируется на решении задачи условной оптимизации

$$\alpha^{\circ}=\arg\left\{\min_{\alpha\in A}S(\alpha,\overline{p}^{\circ}(t))\right\}.\ p^{\circ}(t)=g(\alpha^{\circ},t).$$

4. Построение локальных моделей может интерпретироваться как процедура обобщенного Фурье-анализа. В классическом Фурье-анализе модель сигнала $x_M\left(f(\beta,t),t\right)=\sum_{j=1}^{m}\beta_j\varphi_j(t)$, $\beta^T=(\beta_1,\beta_2,...,\beta_m)$, представляет собой взвешенную сумму базисных функций $\varphi_j(t)$, определённых на всё минтервале наблюдения. Нахождение параметров такой модели сводится к решению систем линейных уравнений. В обобщённом Фурье-анализе модель сигнала $x_M\left(f(\beta,t),t\right)=\sum_{j=1}^{m}\varphi_j(\beta_j,t),\beta^T=(\beta_1'',\beta_2'',...,\beta_m^T)$, представляется суммой локальных базисных функций $\varphi_j(\beta_j,t)$, нелинейно зависящих от локальных параметров β_j. Оценивание локальных параметров сводится к оптимизации последовательности локальных функционалов.

Подробное изложение разработанной математической технологии анализа сложных нестационарных колебательных сигналов приведено в [15].

Литература

1. *Марпл.-мл. С.Л.* Цифровой спектральный анализ и его приложения: пер. с англ. – М.: Мир. – 1990. – 584 с.
2. *Бендат Дж., Пирсол А.* Прикладной анализ случайных данных: пер. с англ. – М.: Мир. – 1989. – 540 с.
3. *Макс Ж.* Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: в 2-х томах. – М.: Мир. – 1983. – Т2.- –256 с.
4. *Дьяконов В.П.* Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Пресс. – 2004. – 400 с.
5. *Чуи К.* Введение в вэйвлеты. Пер. с англ. Я.М. Жилейкина. – М.: Мир. – 2001. – 402 с.
6. *Кравченко В.Ф.* Лекции по теории атомарных функций и некоторым их приложениям. – М.: Радиотехника. – 2003. – 560 с.
7. *Демиденко Е.З.* Линейная и нелинейная регрессия. – М.: Финансы и статистика. – 1981. – 302 с.
8. *Мэйндональд Дж.* Вычислительные алгоритмы в прикладной статистике. – М.: Финансы и статистика. – 1988. – 350 с.
9. *Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А., Карякин В.Л.* Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации. – М.: Радио и связь. – 1989. – 360 с.
10. *Ярлыков М.С.* Применение марковской теории нелинейной фильтрации в радиотехнике. – М.: Сов. Радио. – 1980. – 360 с.
11. *Гетманов В.Г.* Восстановление нестационарных зависимостей с использованием аппроксимационных сплайнов //Техническая кибернетика. – 1991. – №6. – С. 151–153.
12. *Гетманов В.Г., Царева Е.Б.* Применение технологии обобщенного Фурье-анализа для цифровой обработки структурно-сложных нестационарных колебательных сигналов /Информационная технология в проектировании и производстве. – 2006. – №2. – С. 55–59.
13. *Гетманов В.Г., Дятлов А.В., Тертышный Г.Г.* Применение локальных и сплайновых аппроксимаций для оценивания нестационарных параметров оптоэлектронных сигналов / Автоматика и телемеханика. – 2000. – №6. – С. 29–35.
14. *Гетманов В.Г., Кузнецов П.А.* Применение аппроксимационных алгоритмов в лазерном компьютерном виброметре. Измерительная техника. – 1997. – №7. – С. 34–37.
15. *Гетманов В.Г.* Цифровая обработка нестационарных колебательных сигналов основе локальных и сплайновых моделей. – М.: НИЯУ МИФИ. 2010. – 292 с.

Гусев И.Д., Родионова М.А., Кащеев О.В., Петросова И.А.,
Гусева М.А., Андреева Е.Г., Разин И.Б.
ФГБОУ ВО РГУ им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство) (e-mail: ovk-mgudt@rambler.ru)

ЦИФРОВАЯ АНТРОПОМЕТРИЯ В ИНДУСТРИИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Аннотация: *В статье рассмотрены возможности применения цифровой сканирующей техники для получения исходной антропометрической информации для производства реабилитационных швейных изделий, фиксирующих положение стоп человека в инвалидной коляске.*

Ключевые слова: *цифровая антропометрия, инклюзия, 3D сканирование, цифровые конструкции, антропометрическое соответствие*

Gusev I.D., Rodionova M.A.,
Kashcheev O.V., Petrosova I.A.,
Guseva M.A., Andreeva E.G., Razin I.B.

DIGITAL ANTHROPOMETRY IN THE INDUSTRY OF REHABILITATION SEWING PRODUCTS

Annotation: *The article considers the possibility of using digital scanning technology to obtain the initial anthropometric information for the production of rehabilitation garments, fixing the position of human feet in a wheelchair.*

Keywords: *digital anthropometry, inclusion, 3D scanning, digital constructions, anthropometric compliance*

На конкурентоспособность промышленной продукции влияет цифровой потенциал современного бизнеса. Аналитическое исследование мирового цифрового опыта, проведенные Riverbed Digital Performance среди компаний с годовым доходом более 500 млн долларов показало, что представители фирм, специализирующиеся в сферах промышленности, здравоохранения, ритейла, транспорта и финансов в таких странах, как США, Великобритания, Бразилия, Германия, Австралия, Франция, Китай, Сингапур, Индия, в 99% случаев осознают влияние цифровых сервисов на бизнес [1]. По оценкам аналитиков применение цифровых технологий в бизнесе почти на 50% улучшает продажи и скорость вывода новой продукции на рынок, продуктивность работы сотрудников и взаимодействие с клиентами. В России государством признана необходимость в цифровизации экономики [2]. Цифровые технологии и промышленный интернет пришли в ключевые сферы производств, формируется единое и доступное информационное пространство, реализуются научно-технологические проекты по созданию благоприятных условий для применения достижений науки и технологии в интересах социально-экономического развития страны [3]. Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, новым способам конструирования, создания систем обработки данных, искусственного интеллекта — приоритетные направления научно-технологического развития легкой промышленности Российской Федерации. На многих предприятиях швейной и обувной отраслей РФ, внедрены системы автоматизированного проектирования, реализующие технологии виртуальных антропометрии и конструирования. Цифровизация исходной антропометрической информа-

ции для проектирования конструкций швейных изделий позволяет получать качественную и достоверную информацию о пространственной форме субъекта — тела человека [4]. Для специалистов отрасли уже стала привычной работа с трехмерными моделями в виртуальном пространстве. Используя мировой опыт работы с трехмерными моделями тела человека (в спорте [5], медицине [6], криминалистике [7]), для формирования базы данных о телосложении потенциальных покупателей в торговых центрах мегаполисов устанавливают 3D-сканеры для оцифровки фигур потребителей. Конструирование базовых и модельных конструкций швейных изделий в трехмерной среде на основе виртуальных аналогов отсканированных фигур позволяет получить изделия нового качества [8], а проектирование с использованием аватаров заменяет материалоемкий и длительный этап многократных примерок [9]. Процесс цифровизации входной проектной информации сканированием фигур имеет ряд специфических особенностей. В зависимости от комплектации оборудования, оцифровка может быть двух типов: сканирование неподвижно стоящего человека перемещающимися сенсорами, сканирование неподвижными сенсорами стоящего на поворотном круге человека. Условием успешной оцифровки является обязательное сохранение субъектом определенной статичной позы на протяжении исследования. Процедура сканирования, в среднем, длится менее минуты. За это время исследуемый субъект невольно совершает колебательные движения в различных плоскостях [10, с. 4]. Поддержание стабильной позы на поворотном круге сложная задача даже для здорового человека. При вертикальном стоянии у человека снижается сознательный контроль за действиями мышц, т.к. из-за непрерывного функционирования систем жизнедеятельности организма (работа сердца, движение крови, дыхание) происходят постоянные внутренние возмущения, приводящие к незначительным колебательным движениям [11]. Для человека с отклонениями в здоровье, а также для инвалидов, с заболеваниями опорно-двигательного аппарата и нервной системы задача поддержания позы при вертикальном стоянии может быть невыполнима [12]. Например, в зависимости от вида и тяжести заболеваний, больные страдают неконтролируемыми движениями (гиперкинезами) на фоне наследственных заболеваний, психотравмирующих ситуаций, последствий перенесенных травм, или инсульта [13]. Гиперкинезы локализуются в дистальных отделах конечностей, мышцах шеи [14], вызывая самопроизвольные хаотичные движения рук, ног, плеч, головы. Исследованиями подвижности тела человека с гиперкинезами, как системы из звеньев кинематической цепи [15], установлено, что у таких людей количество степеней свободы в нижних конечностях, характерных для здорового человека, может увеличиваться, что приводит к травмам. Нервная система здорового человека контролирует согласованность динамической активности всех звеньев кинематической цепи и направленность траектории движений, связывая избыточные степени свободы [16, с. 33], что выражается в поддержании позы во время антропометрических исследований. Контактная антропометрия тела [17] людей с гиперкинезами, а также малоподвижных и обездвиженных людей с инвалидностью затруднительна, поскольку может стать причиной болевых ощущений, локализованных большей частью в области бедер, коленей, лодыжек, нижней и верхней частей спины [18]. В рамках реабилитационных программ, инвалидам предоставляется возможность безвозмездного приобретения специальной одежды и ортопедической обуви [19], изготовленных с учетом индивидуальных размерных признаков. Основой качественного конструктивного решения реабилитационных изделий является инклюзивная антропометрия. Для людей, как с неконтролируемыми хаотичными движениями конечностей, так и инвалидов-колясочников, необходимы щадящие условия при проведении антропометрических исследований. Приоритетным способом определения размерных характеристик тела для таких субъектов признаны бесконтактные исследования с помощью сканирующего инструментария, позволяющего получать трехмерные виртуальные модели [20].

Исследование режимов в инклюзивной антропометрии позволило выбрать несколько наиболее приемлемых сканирующих устройств, позволяющих работать с субъектом исследования в не травмирующих условиях: 3D Scaner HUMAN SOLUTIONS [21]; 3D сенсор Kinect [22]; 3D-сканер Artec 3D Eva [23]. Сканирование субъектов проводилось в характерных для исследуемых антропометрических позах, что позволило максимально исключить травмирующие ситуации в физическом и психоэмоциональном проявлении. Так бесконтактная антропометрия ног инвалидов-колясочников целесообразна в позе «сидя».

Сравнительный анализ основных характеристик сканирующего инструментария [21–23] показал, что для цифровизации стоп сидящего человека наиболее приемлем сканер HUMAN SOLUTIONS, выдающий выходную информацию в виде реалистичной трехмерной модели ног и, по запросу оператора, антропометрические характеристики (*рис. 1*). Трехмерные модели, полученные сканированием сенсорами Kinect и Artec 3D Eva (*рис. 1* б, в) также реалистичны и достоверны. При этом антропометрическую информацию (проекционные, обхватные, дуговые размерные признаки исследуемых участков), можно получить после экспорта файлов в сопряженные графические программы.

Рис. 1. Визуализация входной антропометрической информации
о стопах со сканирующих устройств
а — 3D Scaner HUMAN SOLUTIONS [21]; *б* — 3D сенсор Kinect [22];
в — 3D сканер Artec 3D Eva [23].

Трехмерные цифровые модели ног использовались для проектирования 3D-формы и конструктивного решения реабилитационных изделий — мешков для ног в инвалидные коляски [24, 25]. Реабилитационные мешки для ног способствуют снижению амплитуды непроизвольных фоновых движений ног при гиперкинезах, позиционируют положение стоп инвалида на подставке для ног маломобильного средства. Мешки для ног разработаны в рамках реализации инноваций в индустрии товаров реабилитационной направленности — новых изделий, устройств и технологий [26, с. 9]. Известно, что в РФ значительную долю рынка продукции реабилитационной индустрии занимают импортные товары, объем российского рынка средств реабилитации, по разным оценкам, составляет 0,5–1% [26, с. 20–24]. В мировой практике доля изделий, предназначенных для людей с нарушением мобильности — 37% от суммарного объема мирового рынка реабилитационных товаров, а в общей структуре российского рынка реабилитации востребованность товаров для людей с нарушением мобильности лидирует [26, с. 23–25]. Реализация на предприятиях РФ процесса проектирования швейных реабилитационных изделий высокого уровня антропометрического соответствия на основе выходных данных бесконтактной инклюзивной антропометрии способствует увеличению на мировом рынке объема качественной отечественной продукции. На повышение конкурентоспособности и востребованности отечественных реабилитационных швейных изделий направлено внедрение бесконтактной антропометрии, как доступной технологии извлечения входных параметров на проектирование — размерных характеристик субъекта, при этом учитываются социальная адресность, экономичность, экологичность продукции. Реализация разработанных инновационных реабилитационных

швейных изделий для позиционирования положения ног в инвалидных колясках возможна через интернет-площадки [27].

Литература

1. Riverbed Technology: 95% компаний не готовы к цифровой трансформации. ItWeek [Электронный ресурс] https://www.itweek.ru/digitalization/news-company/detail.php?ID=201990 (дата обращения 28.10.2018).
2. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» Утв. Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=221756&fld=134&dst=100005,0&rnd=0.6065884017376104#0612746586851002.
3. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утв. Указом Президента от 1 декабря 2016 г. № 642.
4. *Петросова И.А., Андреева Е.Г., Андреев В.А*. Разработка бесконтактного измерительного комплекса для производства продукции легкой промышленности/ Отчет по НИОКР. – М.: Минпромторг, 2010. – 190 с.
5. *Энока Р.М*. Основы кинезиологии / пер. с англ.: Киев. Олимпийская литература, 1998. – 399 с.
6. *Pepper M.R., Freeland-Graves J.H., Yu W., Stanforth P.R., Xu B*. Evaluation of a rotary laser body scanner for body volume and fat assessment // Journal of Testing and Evaluation. – 2011. – Vol. 39, Is.1. – P. 1–6.
7. *Choudhury S.D., Tjahjadi T*. Gait recognition based on shape and motion analysis of silhouette contours // Computer Vision and Image Understanding. – 2013. – Vol. 117, Is. 12. – P. 1770–1785.
8. *Андреева Е.Г., Мокеева Н.С., Глушкова Т.В., Харлова О.Н., Чулкова Э.Н*. Реабилитация и профилактика инвалидности: одежда, корректирующие приспособления. – М.: МГУДТ, 2010. – 89 с.
9. Патент на изобретение № 2669688 RU Способ проектирования конструкций одежды на основе совмещения виртуальных образов типовой и индивидуальной фигур / Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Белгородский В.С.; опубл. 12.10.2018. Бюл. №29.
10. *Скворцов Д.В*. Стабилометрическое исследование. – М.: Мера-ТСП. 2010. – 171 с.
11. *Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л*. Регуляция позы человека. – М.: Наука. 1965. – 256 с.
12. *Таппахов А.А., Попова Т.Е., Конникова Э.Э*. Компьютерная стабилометрия как метод комплексной оценки двигательных нарушений при рассеянном склерозе. // В Сб. XVII и XVIII Лаврентьевские чтения. – Киров: МЦНИП, 2015. – С. 182–185.
13. Медицинский справочник болезней. Красота и медицина. [Электронный ресурс] http://www.krasotaimedicina.ru/diseases.
14. *Гусев Е.И., Гречко В.Е., Бурд Г.С*. Нервные болезни: учебник. – М.: Книга по требованию, 1988. – 638 с.
15. *Гусев И.Д., Гусева М.А., Андреева Е.Г*. Реабилитационные швейные меховые изделия для регуляции непроизвольных фоновых движений ног у малоподвижных граждан // В сборн. «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2017)», Ч. 1. – М.: РГУ им. А.Н.Косыгина, 2017. - С. 151–154.
16. *Н.А. Бернштейн*. Биомеханика и физиология движений. – М.: Издательство «Институт практической психологии, Воронеж: НПО «МОДЭК» 1997. 608 с. http://elib.gnpbu.ru/text/bernshteyn_biomehanika-i-fiziologiya_1997/go,28;fs,1.

17. *Рогожин А.Ю., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А*. Основы прикладной антропологии и биомеханики. Конспект лекций. – М.: РГУ им. А.Н.Косыгина. 2017. – 154 с.
18. Церебральный паралич у взрослых [электронный ресурс] – http://abromed.ru/diseases/neurology/cerebral-palsy/adults/ – (дата обращения: 05.05.2017).
19. О федеральном перечне реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду/ Распоряжение Правительства РФ от 30.12.2005 № 2347-р (ред. от 10.09.2014).
20. *Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Тутова А.А, Гусев И.Д.* 3d-проектирование внешней формы и конструкции швейных изделий с высоким антропометрическим соответствием // Дизайн. Материалы. Технология. СПБ. 2018. Т. 1. № 49. – С. 114–118.
21. Scaner HUMAN SOLUTIONS [Интернет-ресурс] URL: http://www.human-solutions.com/fashion/front_content.php?idcat=140&lang=7
22. Kinect. Википедия. [Интернет-ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Kinect (дата обращения 12.10.2017).
23. Artec 3D Eva [Интернет-ресурс] URL: https://www.artec3d.com/files/pdf/ArtecScanners-Booklet-EURO-ru.pdf (дата обращения 12.10.2017).
24. *Гусева М.А., Андреева Е.Г., Клочкова О.В., Гусев И.Д.* Мешок для ног для людей с ограниченными двигательными возможностями. Патент на полезную модель RU 166 649 U1 A 41 D 1/00 (2006.01). Заяв. 2016122642/12, 08.06.2016. опубл. 10.12.2016. Бюл. № 34.
25. *Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Клочкова О.В., Гусев И.Д.* Мешок для ног с меховой подкладкой для людей с ограниченными двигательными возможностями // Патент на полезную модель № 172655 RU; опубл. 18.07.2017.
26. Стратегия развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года. Проект. [Электронный ресурс]. http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_REAPROM_until_2025.pdf.
27. *Максименко А.Н., Костылева В.В., Зак.И., Разин И.Б.* Концепция построения интернет-площадки протезно-ортопедических изделий и средств реабилитации // Дизайн и технологии. 2017. № 59 (101). – С. 30–35.

О.А. Лабейко
старший преподаватель, учреждение образования
«Барановичский государственный университет»

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НАСЕЛЕНИЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ

Аннотация: *Рассматривается структура трудового потенциала лиц с инвалидностью, включающая социально-демографический, психофизиологический, образовательно-квалификационный и социально-экономический компоненты, что должно дать комплексную количественную и качественную характеристику совокупных способностей к труду исследуемой группы населения.*

Ключевые слова: *трудовой потенциал, население, группы, инвалидность, способность, квалификация.*

O.A. Labeyko senior teacher, educational institution
«Baranovichi State University»

CONCEPTUAL APPROACH TO THE FORMATION OF LABOR POTENTIAL OF POPULATION WITH DISABILITY

Annotation: *The structure of the labor potential of persons with disabilities is considered, including socio-demographic, psychophysiological, educational qualification and socio-economic components, which should give a comprehensive quantitative and qualitative characteristic of the total labor abilities of the studied population.*

Keywords: labor potential, population, groups, disability, ability, qualification.

Введение. Выбор направлений и способов решения проблем инвалидности напрямую зависит от установления причин, приводящих к ограничениям жизнедеятельности человека. Однако, в научном сообществе, а также среди специалистов-практиков нет единого мнения о сущности инвалидности. Это обусловлено существованием двух концептуальных взглядов на природу инвалидности — суженного (медицинского) и расширенного (социального).

Основная часть. В течение длительного времени медицинская парадигма инвалидности была единственной. В основе медицинского подхода лежит модель, согласно которой устойчивое заболевание материализуется и приводит к нарушению функций органов и систем организма человека. В результате возникших нарушений меняется и ухудшается его способность к жизнедеятельности, появляются ограничения в сферах деятельности. Человек осознает наличие болезни и ее проявления, возникшие ограничения жизнедеятельности могут поставить его в невыгодное положение по отношению к окружающим, болезнь приобретает социальный характер. Таким образом, инвалидность определяется как социальная недостаточность, обусловленная устойчивым нарушением здоровья человека (*рис. 1*).
Ограничение жизнедеятельности — это любое ограничение или отсутствие (в результате нарушения) возможности осуществлять деятельность способом или в рамках, которые считают нормальными для человека данного возраста. Социальная недостаточность определяется как социальные последствия нарушения здоровья, вытекающие из нарушения или ограничения жизнедеятельности, при котором человек может выполнять лишь ограниченно или совсем не может выполнять обычную для его положения роль в жизни [1, с. 112].

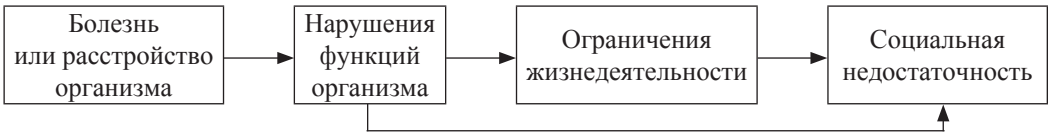


Рис. 1. Суженная (медицинская) модель инвалидности

Источник: [1, с. 112].

Медицинская модель рассматривает инвалидность как персональную проблему человека, вызванную непосредственно болезнью, травмой или физическими изменениями здоровья. Поэтому качество медицинской помощи, доступность лечения и реабилитационных мероприятий являются основополагающим аспектом в устранении (снижении) ограничений жизнедеятельности человека.

В социальной модели инвалидности проблема ограничений жизнедеятельности человека представляется как долгосрочное социальное состояние, не поддающееся лечению. Реальные условия жизнедеятельности населения с инвалидностью, их самоощущения, степень вовлеченности в главные сферы жизни зависят от социальной среды, политики государства в отношении инвалидности.

С целью обеспечения согласованности взглядов на составляющие здоровья и некоторые связанные со здоровьем составляющие благополучия (образование, труд и занятость, экономическая жизнь) экспертами Всемирной организации здравоохранения была разработана расширенная модель взаимодействия между человеком, имеющим изменения здоровья, и социально-средовыми условиями, в которых происходит его функционирование. В 2001 г. ВОЗ представила Международную классификацию функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (далее МКФ) [2, с. 12]. Область применения классификации распространяется на все сферы деятельности человека, такие как образование, здравоохранение, страхование, экономика и др. (*рис. 2*).

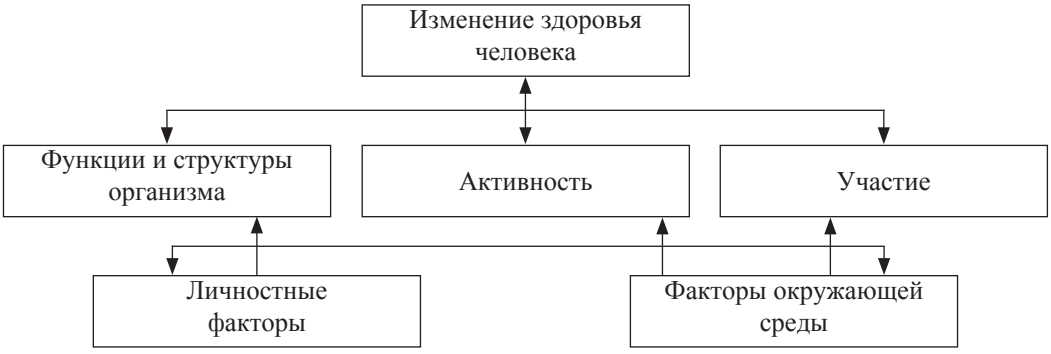


Рис. 2. Расширенная модель функционирования человека с измененным здоровьем в контексте факторов окружающей среды и личностных факторов

Источник: [2, с. 32].

Представленная модель расширяет понимание инвалидности и позволяет изучить влияние медицинских, индивидуальных и социально-средовых факторов на возникновение ограничений жизнедеятельности человека.

Существенным отличием и преимуществом расширенной модели инвалидности перед медицинской и социальной моделями заключается в том, что описание показателей здоро-

вья и показателей, связанных со здоровьем, проводится с учетом контекстовых факторов, представляющих физическую и социальную обстановку, в которой живет и проводит свое время человек. Они включают факторы окружающей среды и личностные факторы, которые могут влиять на функционирование индивида и соответственно на возникновение и предотвращение ограничений жизнедеятельности.

В настоящем исследовании будем исходить из того, что ограничения жизнедеятельности человека вызваны индивидуальными и социальными факторами. Инвалидность является результатом взаимодействия, которое происходит между имеющими нарушения здоровья людьми и социальными и средовыми барьерами, которые мешают их полному и эффективному участию в жизни общества.

На основе расширенной модели инвалидности предлагается систематизировать процесс включения исследуемой группы населения в трудовую деятельность с помощью таких компонентов как:

- вид и степень выраженности нарушений функций организма человека;
- личностные факторы;
- факторы производственной среды, трудового процесса и производственного пространства (*рис. 3).*

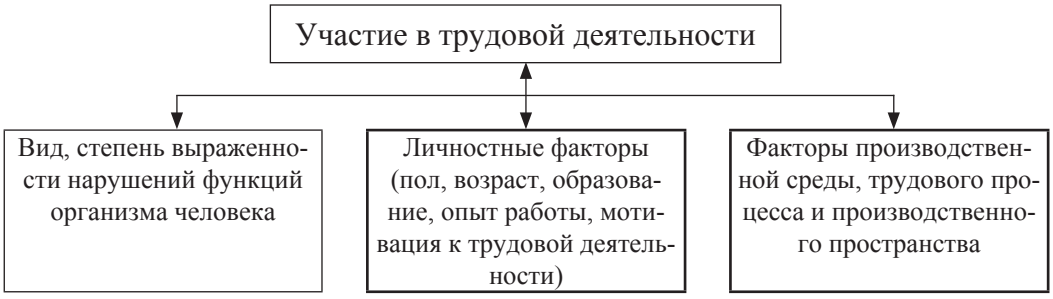


Рис. 3. Систематизация процесса включения в трудовую деятельность лиц с инвалидностью

Источник: Собственная разработка

При определении возможности участия лица с инвалидностью в сфере общественного производства предлагается учитывать его способности к трудовой деятельности, а также факторы производственной среды, трудового процесса и производственного пространства. В свою очередь способности к трудовой деятельности объединяют такие компоненты системы как «вид, степень нарушений функций организма» и «личностные факторы». Факторы производственной среды, трудового процесса и производственного пространства включают условия труда в отношении организации рабочего места и производственного пространства, которые могут, как способствовать, так и препятствовать включению человека с инвалидностью в сферу общественного производства. Выделенные элементы позволяют не только комплексно рассматривать процесс участия в трудовой деятельности населения с инвалидностью, но и вырабатывать широкий спектр инструментов управления данным процессом.

На основе общих методологических принципов формирования трудового потенциала и предложенной систематизации процесса включения в трудовую деятельность человека, имеющего устойчивые нарушения здоровья, считаем целесообразным детализировать структуру трудового потенциала лиц с инвалидностью выделив четыре взаимосвязанных компонента, образующие совокупные способности к труду исследуемой группы населения (*рис. 4*). Это позволит осуществлять его комплексную характеристику, опираясь на данные статистического учета, с помощью системы показателей.

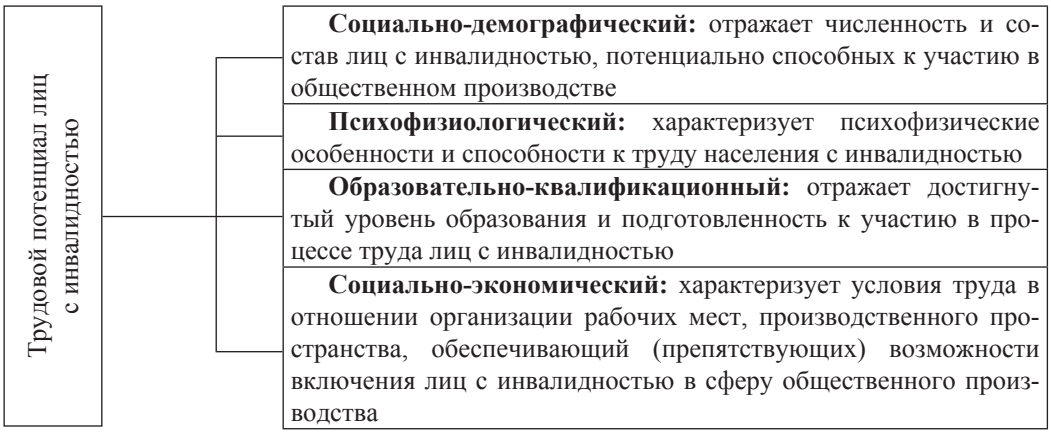


Рис. 4. Компонентная структура трудового потенциала лиц с инвалидностью

Источник: собственная разработка

Выделение социально-демографической слагаемой трудового потенциала обусловлено необходимостью количественной характеристики численности и состава лиц с инвалидностью потенциально способных к участию в общественном труде, что сегодня не позволяет сделать действующая система учета и анализа инвалидности населения. Характеристика психофизиологических особенностей и способностей населения к труду исходит из необходимости учета фактора «состояние здоровья», от которого зависит уровень трудоспособности, работоспособности и психофизической пригодности населения к труду. Особенность объекта оценки трудового потенциала заключается в наличии нарушения здоровья, которое влияет или может повлиять на способность к трудовой деятельности. Личностные факторы, в том числе возраст, образование, профессия и т.д., не являются частью нарушения здоровья и не являются показателями здоровья. В тоже время указанные характеристики влияют на способности лиц с инвалидностью к трудовой деятельности. В этой связи считаем целесообразным выделить образовательно-квалификационный компонент в структуре трудового потенциала. Социально-экономическая слагаемая трудового потенциала исключительно важна для анализа воздействия факторов производственной среды и производственного пространства на его формирование, развитие и возможности использования в национальной экономике.

Заключение. Предлагаемая структура трудового потенциала лиц с инвалидностью, включающая социально-демографический, психофизиологический, образовательно-квалификационный и социально-экономический компоненты, позволит дать комплексную количественную и качественную характеристику совокупных способностей к труду исследуемой группы населения.

Литература

1. *Смычек В.Б.* Современные аспекты инвалидности / В.Б. Смычёк. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2012. – 264 с.
2. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья: МКФ [Электронный ресурс] // Женева: ВОЗ, 2001. – 342 с. – Режим доступа: https://convention.mzsr.gov.kz/sites/default/files/MKF.pdf. – Дата доступа: 25.10.2018.

Феоктистов А.Г. «ИДСТУ СО РАН»
г. Иркутск agf65@yandex.ru

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Аннотация: *Представлена распределенная сервис-ориентированная среда для имитационного моделирования систем массового обслуживания на основе проведения многовариантных расчетов. Среда организована на базе виртуализированных вычислительных ресурсов суперкомпьютерного центра коллективного пользования. Данная среда применена для моделирования типовых лечебно-профилактических учреждений, в качестве которых могут выступать реабилитационные центры и оздоровительные учреждения.*

Ключевые слова: *вычислительная среда, моделирование, массовое обслуживание, реабилитационные центры,*

Feoktistov A.G. «IDSTU SB RAN» Irkutsk

DISTRIBUTED COMPUTATIONAL ENVIRONMENT FOR IMITATION MODELING OF MASS SERVICE SYSTEMS

Annotation: *A distributed service-oriented environment for simulation of queuing systems based on multivariate calculations is presented. The environment is organized on the basis of virtualized computing resources of a supercomputer shared-use center. This environment has been used to model typical treatment-and-prophylactic institutions, which can be rehabilitation centers and recreational facilities.*

Keywords: *computing environment, modeling, mass service, rehabilitation centers,*

Введение

В настоящее время исследование поведения сложно организованных социально-экономических и технических систем массового обслуживания (СМО) во времени на разных этапах их проектирования и функционирования является одной из важных проблем имитационного моделирования [1]. Сложность динамической структуры СМО обусловлена: большим числом важных характеристик функционирования СМО и связей между ними, представленных функциональными, статистическими, неоднозначными или иными отображениями; существованием широкого спектра случайных событий и законов их распределения; наличием ограничений различных видов и другими факторами.

СМО используются для моделирования процессов обслуживания клиентов, производства, обработки материалов, транспортировки, связи, обработки информации и других процессов. Имитационное моделирование упрощает разработку оптимальных схем их работы и выбор управляющих параметров [2]. В рамках такого моделирования разрабатывается имитационная программа и организуются многовариантные расчеты. Исследователь настраивает значения входных переменных модели путем перебора их значений в определенных диапазонах и получает значения наблюдаемых переменных, которые затем оптимизируются.

Такие эксперименты определяют метод грубой силы для определения оптимальных параметров процессов функционирования системы. Зачастую качество результатов моделирования напрямую зависит от использования знаний о специфике предметной области исследуемой системы в процессе решения задачи [3, 4].

Многовариантные расчеты обуславливают высокую комбинаторную сложность имитационного моделирования, а также большие затраты по оперативной памяти и дисковому пространству. В этой связи, качественное исследование СМО невозможно без применения высокопроизводительной вычислительной техники, сконцентрированной в центрах коллективного пользования (ЦКП). Иначе требуется сильное огрубление модели СМО, которое может привести к существенному искажению результатов моделирования.

Параллельные и распределенные вычисления обеспечивают крупномасштабные имитационные эксперименты, возможность генерации большего количества исходных данных, расширение спектра решаемых задач прогнозирования, управления и анализа рисков в процессе принятия решения [5]. При этом следует отметить современную тенденцию интеграции методов имитационного моделирования и оптимизации [6].

Процесс построения модели СМО, адекватно отображающей ее функционирование, является достаточно сложным [7] и обуславливает необходимость наличия у разработчика высокой математической квалификации и практических навыков программирования. В случае построения модели, реализующей параллельные или распределенные вычисления, то процесс ее создания существенно усложняется [8]. Таким образом, возникает потребность в высокоуровневых инструментальных средствах автоматизации этого процесса.

В статье представлен новый подход к организации и применению распределенной сервис-ориентированной среды для имитационного моделирования СМО.

Имитационное моделирование в распределенной вычислительной среде

Анализ научных работ по имитационному моделированию [9–12], связанных с темой исследований предлагаемого проекта, позволяет сделать вывод, что пользователи могут выбирать из ряда доступных инструментов моделирования, которые отличаются точностью представления реального мира и эффективностью. Однако многие инструменты не используют доступные мощности высокопроизводительных вычислительных систем и не учитывают специфику предметных областей СМО [13], а также не обеспечивают сервис-ориентированный интерфейс, являющийся важным компонентом современных средств моделирования [14].

Зачастую известные в настоящее время средства имитационного моделирования СМО в распределенных вычислительных средах либо являются узкоспециализированными, не обладающими всеми необходимыми функциональными возможностями для решения обозначенных выше проблем, либо входят в состав дорогостоящего программного обеспечения (как правило, зарубежного) [12], и в силу этого недоступны широкому кругу конечных пользователей (сотрудников профильных организаций).

Распределенная сервис-ориентированная вычислительная среда имитационного моделирования СМО

Под руководством автора разработан инструментальный комплекс SIRIUS II [15] для организации и проведения имитационного моделирования с помощью высокопроизводительных вычислений. Данный комплекс используется для поддержки проведения вычислительного эксперимента с имитационными моделями, реализованными на языке GPSS [16]. Этот комплекс включает инструментальные средства построения имитационных моделей на основе шаблонов типовых объектов исследуемых систем, подготовки и проведения вычислительных экспериментов с имитационными моделями.

Методология построения имитационной модели исследуемой СМО базируется на общих принципах структурного анализа предметной области: выделении взаимодействующих

между собой объектов и их атрибутов, определение их отношений и ограничений на эти отношения. Архитектура инструментального комплекса включает подсистему спецификации предметной области, конструктор имитационной модели, исполнительную подсистему и подсистему анализа результатов моделирования.

Для организации многовариантных расчетов при имитационном моделировании СМО разработана распределенная сервис-ориентированная вычислительная среда [17, 18], включающая несколько системных, элементарных и составных сервисов. Среда организована на базе виртуальных машин, использующих ресурсы Центра коллективного пользования «Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН» [19]. В рамках среды реализован набор сервисов имитационного моделирования СМО, реализующих подготовку и выполнение задания для виртуальных машин среды, многокритериальный и статистический анализ результатов моделирования.

Для оптимизации многовариантных расчетов в среде применяются эффективные мультиагентные алгоритмы распределения вычислительных ресурсов на основе экономических механизмов регулирования их спроса и предложения [20]. Архитектура мультиагентной системы, аспекты ее реализации и модели поведения агентов детально рассмотрены в [21].

Предложена методика, обеспечивающая моделирование процессов функционирования СМО и детальное исследование их работы в динамике. Предложенная методика предполагает выполнение следующих этапов проведения эксперимента:

- формулировка постановки задачи исследования;
- построение имитационной модели СМО и ее согласование с экспертом (специалистом-предметником);
- верификация имитационной модели;
- планирование вычислительного эксперимента в распределенной сервис-ориентированной вычислительной среде;
- проведение эксперимента с использованием сервиса имитационного моделирования;
- интерпретация результатов моделирования на основе средств и методов многокритериальной оптимизации [22], реализованных в рамках среды.

В качестве примера применения предложенной методики на практике разработана типовая имитационная модель лечебно-профилактических учреждений [23], в качестве которых, в частности, могут выступать реабилитационные центры и оздоровительные учреждения.

Применение данной модели позволило получить информацию о загрузке отдельных участков учреждений, наличии очередей, средней длительности интервала времени пребывания пациента в системе обслуживания и другие требуемые сведения. Такая информация обеспечивает поддержку принятия решений в процессе оптимизации работы учреждения путем пересмотра расписания обслуживания пациентов, перераспределения потоков работ и улучшения режимов работы сотрудников лечебно-профилактических учреждений.

Заключение

В статье представлена распределенная сервис-ориентированная среда для имитационного моделирования СМО, организованная на базе виртуализированных вычислительных ресурсов Центра коллективного пользования «Иркутский суперкомпьютерный центр СО РАН». Высокоуровневый пользовательский интерфейс среды обеспечивает гибкий и удобный доступ специалистам-предметникам к ее компонентам в процессе имитационного моделирования СМО. Дальнейшее направление исследований заключается в разработке инструментальных средств, связанных с автоматизацией подготовки и параллельного выполнения факторного и регрессионного анализа результатов моделирования с использованием

средств GPSS World и аппарата контрольных точек, а также разработка и практическое внедрение имитационных моделей лечебно-профилактических учреждений.

Литература

1. *Taha H.A.* Operations research: an introduction. – Cambridge: Pearson, 2016. – 848 p.
2. *Bruzzone A., Longo F*. An Application Methodology for Logistics and Transportation Scenarios Analysis and Comparison within the Retail Supply Chain // European Journal Industrial Engineering. – 2014. – V. 18. – № 1. – P. 112–142.
3. *Robinson S.* Conceptual Modeling for Simulation // Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. – Piscataway: IEEE Press, 2013. – P. 377–388.
4. *Felice F.D., Petrillo A*. Optimization of Manufacturing System through World Class Manufacturing // IFAC-PapersOnLine. – 2015. – V. 48. – № 3. – P. 741–746.
5. *Nelson B.L*. Some Tactical Problems in Digital Simulation for the Next 10 Years // Journal of Simulation. – 2016. – V. 10. – P. 2–11.
6. *Cheng R., Macal C., Nelson B. Rabe M., Currie C., Fowler J., Lee L.H*. Simulation: the past 10 years and the next 10 years // Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference. – IEEE Press, 2016. – P. 2180–2192.
7. *Law A.M*. Simulation Modeling and Analysis. – McGraw-Hill Education, New York, 2014. – 800 p.
8. *Fujimoto R*. Parallel and Distributed Simulation // Proceedings of the 2015 Winter Simulation Conference. – IEEE Press, Piscataway, 2015. – P. 45–59.
9. *Девятков В.В*. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 448 с.
10. *Vlasov S.A., Deviatkov V.V., Isaev F.V., Fedotov M.V*. Imitational Studies with GPSS WORLD: New Capabilities // Automation and Remote Control. – 2014. – V. 75. – № 2. – P. 389–398.
11. *Schriber T.J., Brunner D.T., Smith J.S*. Inside Discrete-Event Simulation Software: How It Works and Why It Matters // Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference. – Piscataway: IEEE Press, 2014. – P. 132–146.
12. *Dias L. M.S., Vieira A.A. C., Pereira G.A. B., Oliveira J.A.* Discrete simulation software ranking – A top list of the worldwide most popular and used tools // Proceedings of the Winter Simulation Conference (WSC), 2016. – IEEE, 2016. – P. 1060–1071.
13. *Sulistio A.A*. Taxonomy of Computer-Based Simulations and Its Mapping to Parallel and Distributed Systems Simulation Tools // Software: Practice and Experience. – 2004. – V. 34. – № 7. – P. 653–673.
14. *Beloglazov A., Banerjee D., Hartman A., Buyya R*. Improving Productivity in Design and Development of Information Technology (IT) Service Delivery Simulation Models // Journal of Service Research. – 2015. – V. 18. – № 1. – P. 5–89.
15. *Феоктистов А.Г., Дядькин Ю.А., Фереферов Е.С., Башарина О.Ю*. Моделирование систем массового обслуживания в гетерогенной распределенной вычислительной среде // Имитационное моделирование. Теория и практика (ИММОД-2017): Тр. VIII Всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности. – Санкт-Петербург: НП “НОИМ”, 2017. – С. 554–558.
16. *Боев В.Д*. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 368 с.

17. *Богданова В.Г., Пашинин А.А*. Инструментальные средства автоматизации многовариантных расчетов при исследовании систем массового обслуживания // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 9–3. – С. 467–472.
18. *Bychkov I., Oparin G., Tchernykh A., Feoktistov A., Bogdanova V., Dyadkin Yu., Andrukhova V., Basharina O*. Simulation Modeling in Heterogeneous Distributed Computing Environments to Support Decisions Making in Warehouse Logistics // Procedia Engineering. – 2017. – V. 201. – P. 524–533.
19. ЦКП Иркутский суперкомпьютерный СО РАН. – URL: http://hpc.icc.ru (дата обращения: 17.10.2018).
20. *Феоктистов А.Г., Сидоров И.А., Горский С.А*. Автоматизация разработки и применения распределенных пакетов прикладных программ // Проблемы информатики. – 2017. – № 4. – С. 61–78.
21. *Feoktistov A., Kostromin R., Tchernykh A*. Agent Behavior Model for Distributed Computing Management in the Environment with Virtualized Resources // Proceedings of the 41st International Convention on information and communication technology, electronics and microelectronics (MIPRO-2018). – Riejka: IEEE, 2018. – P. 1153–1158.
22. *Феоктистов А.Г.* Управление сложной системой на основе методологии многокритериального выбора управляющих воздействий // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 9–1. – С. 82–86.
23. *Феоктистов А.Г., Башарина О.Ю., Дядькин Ю.А., Фереферов Е.С*. Автоматизация распределенного имитационного моделирования систем массового обслуживания // Вестник ИрГТУ. – 2017. – № 12. – С. 105–113.

Кадымов В.А., (vkadymov@yandex.ru)
Думанский С.М. «МГГЭУ»

ПРОЕКТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ОКАЗАНИЯ ПОМОЩИ АБИТУРИЕНТУ С ОВЗ ПРИ ВЫБОРЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

Аннотаци: *Разработан проект интеллектуального анализа данных, состоящий из шести моделей Data Mining, позволяющий по определенным характеристикам абитуриента (основное заболевание, способ передвижения, зрение и т.д.) давать вероятностный прогноз абитуриенту необходимый ему при выборе профессии. В статье приводится анализ каждой модели на точность выдаваемого прогноза, что облегчает выбор конкретной модели для расчётов при выработке советов будущему студенту при поступлении вуз.*

Ключевые слова: *алгоритмы интеллектуального анализа данных, хранилища данных, модели интеллектуального анализа данных*

Kadymov V.A., Dumansky S.M., «MGGEU»

THE PROJECT OF DATA MINING TO ASSIST APPLICANTS WITH DISABILITIES IN THE CHOICE OF VOCATIONAL GUIDANCE

Annotation: *A data mining project has been developed, consisting of six Data Mining models, which, according to the applicant's specific characteristics (main disease, mode of movement, vision, etc.), give the probabilistic prediction to the applicant in his choice of profession. The article provides an analysis of each model for the accuracy of the forecast issued, which facilitates the choice of a specific model for calculations when developing advice to a future student when entering a university*

Keywords: *data mining algorithms, data warehouses, mining models*

С развитием вычислительной техники и программного к ней обеспечения в настоящее время широкое применение приобрело исследование предметных областей деятельности человека с применением интеллектуального анализа данных, математических алгоритмов и сформированных на их основе моделей. Разработанный нами проект интеллектуального анализа данных основывается на базовом подходе Билла Инмона – основателя теоретических принципов построения хранилищ данных (ХД). Его фундаментальное определение понятия ХД гласит, что хранилище данных это объектно-ориентированный, интегрированный, долгосрочный и изменяющийся во времени набор данных [1]. «Объектно-ориентированный» в этом определении означает, что информация касается конкретных объектов, в нашем случае это студенты. Термин «интегрированный» предполагает, что все понятия и определения, относящиеся к нашим объектам, понимаются однозначно и не допускают двоякого толкования. «Долгосрочный» означает то, что данные загружаются в ХД через некоторые промежутки времени, применительно к нашему случаю — по окончанию каждого семестра обучения. «Изменяющийся во времени» определяет то, что набор данных охватывает значительный промежуток времени — пять, десять, а может и больше лет.

В широком понимании проект представляет собой систему, состоящую из структурных элементов, каждый из которых выполняет последовательно следующие функции:

- сбор соответствующей подготовленной информации;
- очистка, преобразование и передача информации в хранилища данных;

- анализ данных при помощи соответствующе подобранных или разработанных алгоритмов, реализующих цель исследования;
- визуализация полученных результатов и доставка их конечным пользователям.

В разработанный нами проект, входят следующие элементы: источник данных, представление источника данных, OLAP куб, три измерения и шесть моделей интеллектуального анализа данных (*рис. 1*), в основе которых лежат математические алгоритмы: кластеризации, байесовский, нейронных сетей. Структура моделей практически одинаковая, за исключением различных применяемых прогнозных столбцов.

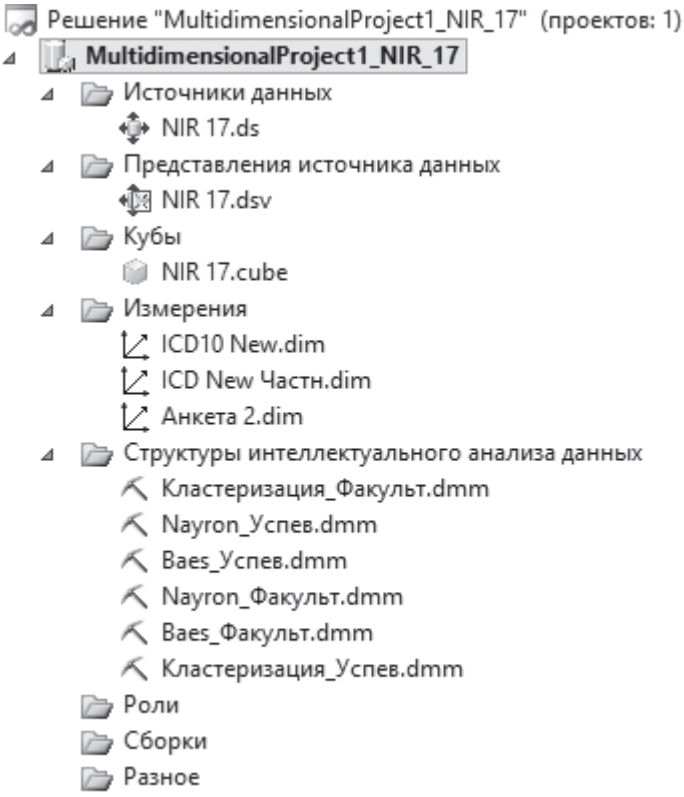


Рис. 1. Проект интеллектуального анализа данных

Работа со всеми типами алгоритмов унифицирована и состоит из 3 главных этапов:

1. Создается модель добычи данных с использованием определенного алгоритма, настроенная на обучающую выборку данных;
2. По обучающей выборке (в которой известны как исходные атрибуты, так и те, которые мы собираемся предсказывать в будущем) производим обучение модели добычи данных;
3. После обучения на вход модели добычи данных подаются исходные атрибуты и рассчитываются выходные.

Модель добычи данных можно описать следующим образом. Имеется некоторая система, состояние которой определяют значения описывающих её характеристик. В зависимости от изменений значений свойств, система переходит из одного состояния S_i в другое

состояние S_{i+1}. Алгоритмы, на которых базируется модель, реализуют решающее правило, определяющее состояние системы в зависимости от значений её характеристик.

Проект интеллектуального анализа данных реализован на основе программного обеспечения Microsoft SQL server analysis services. Каждая модель добычи данных имеет свою точность прогнозирования. Например для модели «Кластеризация_Факультет» точность прогноза показана на *рис. 2, 3*.

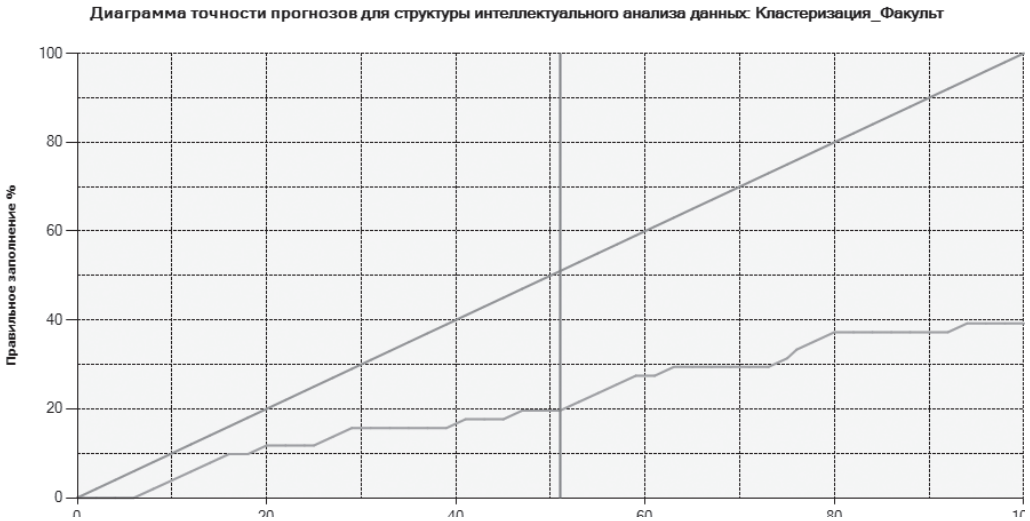


Рис. 2. Диаграмма точности прогнозов для структуры интеллектуального анализа данных «Кластеризация_Факультет»

Обозначения интеллектуального анализа данных

Процент заполнения: 50,98%

Ряд. модель	Оценка	Правильное заполнение	Вероятность предсказания
Анкета 2_Кластер...	0,43	19,61%	35,63%
Идеальная модель		51,00%	

Рис. 3. Вероятность предсказания для структуры интеллектуального анализа данных «Кластеризация_Факультет»

На *рис. 2* прямая линия отражает идеальную точность прогноза, а кривая линия точность модели. На рис.3 указана вероятность предсказания модели. Как показал анализ, наиболее точную вероятность предсказания даёт модель «Nayron_Успев.» -75,22%, *рис. 4* и *5*. Поэтому при прогнозировании рекомендации выбора профессии абитуриенту была предложена указанная модель. Следует отметить, что каждая из моделей интеллектуального анализа данных, входящих в проект имеет свой интерфейс, что обеспечивает наглядность предоставляемой информации. Описание моделей, их функциональные возможности и примеры использования изложены нами в работах [2, 3, 4, 5].

Разработанный проект представляет собой комплексную структуру исследования предметной области, начиная от ввода, обработки и визуализации данных. Основным преимуществом системы является то, что она даёт конечным пользователям, не владеющим навы-

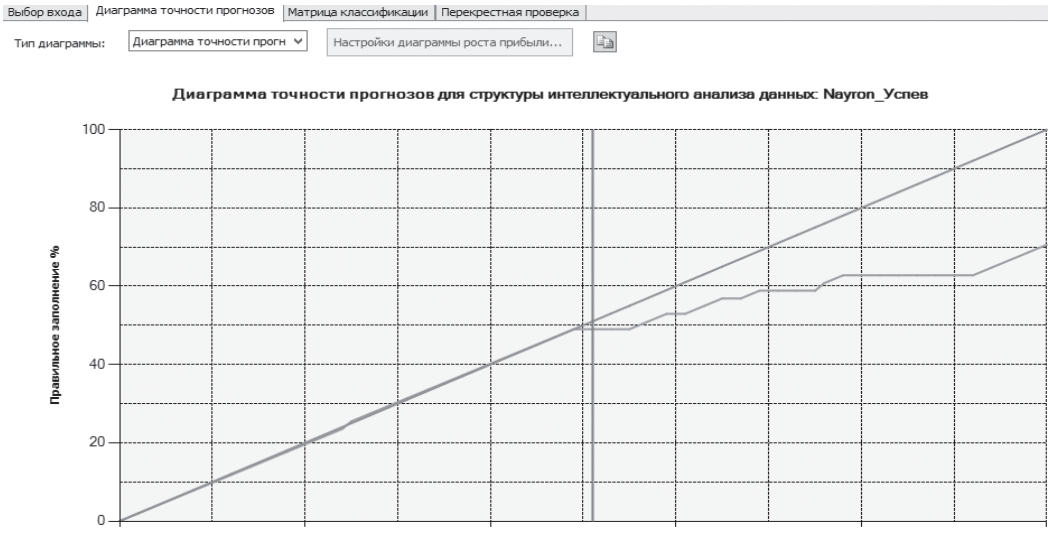


Рис. 4. Диаграмма точности прогнозов для структуры интеллектуального анализа данных «Nayron_успев»

Обозначения интеллектуального анализа данных

Процент заполнения: 50,98%

Ряд. модель	Оценка	Правильное заполнение	Вероятность предсказания
Анкета 2_Кластер...	0,43	19,61%	35,63%
Идеальная модель		51,00%	

Рис. 5. Вероятность предсказания для структуры интеллектуального анализа данных «Nayron_успев»

ками программирования (в том числе членам приёмных комиссий вузов), возможность использовать такие высокоинтеллектуальные средства анализа информации, как модели Data Mining. Следует особо отметить, что данный проект использует клиент-серверный принцип построения, что позволяет обращаться к системе и получать выходные данные неограниченному числу конечных пользователей, расположенных в разных местах, что очень важно, если вуз имеет филиалы, расположенные в других городах.

Для накопления исходной информации предусматривается возможность ввода данных из разных удаленных друг от друга точек, что позволяет постоянно пополнять исходную информацию, а чем больше записей будет в нашей эталонной базе данных, тем точнее будет получаемый прогноз.

Литература

1. *Inmon W.H*. Bulding the data warehouse. // Wiley Computer Publishing. Third Edition. 2002. – 412 с.
2. *Кадымов В.А. Думанский С.М*. Проектирование центра хранения и обработки данных с целью исследования факторов, влияющих на успеваемость студентов с ОВЗ // В сб.: Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономиче-

ских проблем XXI века. Сб. статей по материалам Третьей всероссийской научно-практической конференции, проводимой в рамках Пермского естественного форума «Математика и глобальные вызовы XXI века». 2018. – С. 171–173.
3. *Кадымов В.А., Думанский С.М*. Информационные технологии актуализации профессионального самоопределения обучающихся с инвалидностью: опыт МГГЭУ // В сб.: Преемственная система инклюзивного образования: взаимодействие специалистов разного профиля. Матер. VI Международной научно-практической конференции. 2018. – С. 465–469.
4. *Кадымов В.А., Думанский С.М*. Разработка информационно-аналитической системы для оказания помощи абитуриентам с НОДА в профессиональной ориентации // В сб.: Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017). – М.: МГГЭУ, 2018. – С. 30–32.
5. *Кадымов В.А., Думанский С.М*. Опыт разработки проектов интеллектуального анализа данных для учреждений инклюзивного образования на примере МГГЭУ // В сб.: Высокие технологии и инновации в науке. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. АПЕКС научное партнёрство / отв. редактор Кошкарова Е.Ю. – СПб., 2018. – С. 79–82.

Bouzid Hassen,
Ghassen Ben Ayada, Tunisia «PenzGU»

НОВЕЙШИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОТЕЗОВ

Аннотация: *Анализ возможностей восстановления функций утраченного органа и возвращения человека к активной социальной деятельности. Предусматривается изучение системы «человек — техническое устройство», выбор конструкции протеза, как составляющей медико-технический комплекса, его изготовления и обучения пользованию.*

Ключевые слова: *протез, медико-технический комплекс, человек, протезирование, реабилитация, биометрика, биоэлектронный интерфейс.*

Bouzid Hassen,
Ghassen Ben Ayada, Tunisia «PenzGU»

MODERN INFORMATIONAL TECHNOLOGIES IN THE PRODUCTION OF PROSTHESES

Annotation: *The paper defines the problem of prosthetics as the maximum possible restoration of the functions of the lost organ and the return of a person to active social activity. It is planned to study the system of "human-technical device", the choice of prosthesis design, forming a medical and technical complex, its manufacture and training in use.*

Keywords: *prosthesis, medical-technical complex, person, prosthesis, rehabilitation, biometrics, bio electronic interface.*

Протезирование — это комплекс медико-социальных мероприятий, направленных на возмещение анатомических и функциональных дефектов человека с помощью протезно-ортопедических средств и приспособлений. При этом главная задача протезирования — максимально возможное восстановление функций утраченного органа и возвращение человека к активной социальной деятельности, что имеет большое психологическое значение и влияет на сроки освоения и мастерство управления протезом. Протезостроение — это часть протезирования, предусматривающая изучение системы «человек — техническое устройство» и разработку протезно-ортопедических средств, т.е. протезирование и протезостроение образуют медико-технический комплекс, призванный решать вопросы подготовки пациента к протезированию, выбора конструкции протеза, его изготовления и обучения пользованию. Подробное обследование состояния протезируемого позволяет установить степень приспособляемости его организма и определить наиболее эффективные методы протезирования с учетом возраста и пола, профессии, места жительства, индивидуальных физиологических, клинических и биомеханических характеристик. Полный анализ как внешней, так и внутренней информации представляет собой сложную задачу, поэтому **задача совершенствования информационного обеспечения медицинского протезостроения крайне актуальна на современном этапе**.

Протезирование нижних конечностей высокотехнологичными протезами нижних конечностей — важнейшее направление современной медицинской техники. Компания Blatchford — ведущий мировой эксперт в области протезирования, ортезирования и реабилитации, в настоящее время она производит самые совершенные в мире протезные системы с микропроцессорным управлением.

Endolite — торговая марка Chas A. Blatchford & Sons Ltd. под которой производится линейка высококачественных компонентов для протезирования инвалидов. Диапазон выпускаемых протезно-ортопедических изделий простирается от изделий с простыми устойчивыми, удобными в эксплуатации легкими узлами, ориентированными на пожилых пациентов, до изделий со специальными динамическими системами для ведения очень активного образа жизни (*рис. 1*, а). При изготовлении протезов, помимо продукции Blatchford используются технологии и комплектующие Alps, Regal, Ossur, Otto Bock и других ведущих мировых производителей протезных систем.

Центральное ядро предприятия — изготовление протезов с использованием уникальных решений и технологий Blatchford, многие из которых снискали себе мировую популярность и используются остальными производителями протезных изделий:

- первый в мире подкосоустойчивый коленный модуль с блокировкой под воздействием веса пользователя,
- первая в мире модульная система протезирования, изготовленная из композиционного углеволокна, применяющегося в авиационной промышленности,
- первая в мире протезная система с микропроцессорным управлением для протезирования пациентов с ампутацией выше колена,
- интеллектуальный протез, запущенный в серийное производство в 1984 году,
- первая в мире, полностью интегрированная система для протезирования нижних конечностей, объединившая управляемые микропроцессором стопу и коленный модуль, работающие и «общающиеся» друг с другом в единой программной среде (*рис. 1*, б).

Новая стопа Elan (*рис. 1*, в) подражает естественному действию сопротивления мышц и движению щиколотки человека за счет адаптации уровней гидравлического сопротивления

а б в

Рис. 1

для оптимизации устойчивости при стоянии и ходьбе по неровным или покатым опорным поверхностям. Это увеличивает симметричность нагрузки на конечности, позволяет осуществлять ходьбу на высоких скоростях и уменьшить компенсаторные движения. В протезной системе применен ситуационный подход: сетевые датчики непрерывно собирают данные о пользователе, двигательной активности и опорной поверхности.

Биометрическая гидравлическая технология обеспечивает более естественное и перетекающее движение щиколотки Применено активное управление сопротивлением — микропроцессорное управление приводом приспосабливает сопротивление для различных режимов. Есть режим дополнительной опоры при стоянии, режим торможение и вспомогатель-

ный режим при спуске под уклон. Расщепленные пружины мыска стопы улучшают согласование стопы с неровной опорной поверхностью. Упрощенный режим программирования позволяет производить быстрое и простое программирование стопы.

Новейшая уникальная система для протезирования бедра Linx использует микропроцессорное управление для получения более естественной реакции протезной конечности. Подобно тому, как это происходит в человеческой анатомии, коленный модуль и стопа в системе Linx взаимодействуют друг с другом и динамически подстраиваются под изменения окружающей среды, добавляя устойчивость при стоянии, в том числе и на покатой поверхности, и помогают свободному передвижению по большинству сложных опорных поверхностей. Система Linx подражает плавному естественному человеческому движению, при котором тело при ходьбе поддерживается в максимально удобном и эргономичном положении. К особенностям протезной интегрированной системы следует отнести: динамический баланс-самоюстировка относительно опорной поверхности, что позволяет пользователю равномерно распределять его вес и снижать компенсаторные движения, режим замка при стоянии — фиксация в неподвижном положении при любом угле сгибания позволяет протезной системе удерживать равновесие при нахождении на ровной и на наклонной поверхности, динамический спуск под уклон - прогрессивное сопротивление коленного модуля и стопы позволяет уверенно управлять спуском под уклон, интеграция движения и интеллекта — синхронная реакция на полученную от датчиков информацию позволяет добиться превосходной динамической целостности походки.

Дальнейшее совершенствование информационных технологий позволило ученым создать **бионические роботизированные протезы**.

Используя последние достижения в области компьютерных технологий, материаловедения, робототехники, нейрофизиологии, нейропсихологии и нейрореабилитации ПАО «ИНЭУМ им. И.С. Брука» планирует запуск серийного производства передовых бионических роботизированных протезов.

Бионический роботизированный протез нижней конечности КИМ-1020. БИНК — бионическая интеллектуальная нижняя конечность, не имеющая серийно выпускаемых мировых аналогов, обеспечивающая наиболее полное восполнение функций нижних конечностей, утраченных вследствие ампутации. БИНК является первым полностью активно-ассистивным протезом бедра, в котором реализуется синергетический эффект от совместного применения модуля коленного КИМ-21 и модуля стопы КИМ-10. Наиболее ярко этот эффект выражен при подъеме по лестнице пользователей с короткой культей бедра или с низкими физическими возможностями. При использовании «традиционных» протезов такие пользователи поднимаются по лестнице «приставным» шагом, а в случае использования БИНК возможен нормальный тип движения — попеременный шаг. В фазе переноса сокращается функциональная длина БИНК за счет поднятия носка модуля стопы КИМ-10 и сгибания модуля коленного КИМ-21. При контакте БИНК с поверхностью ступени модуль стопы возвращается в нейтральное положение, а модуль коленный КИМ-21 выполняет активное разгибание, тем самым помогая пользователю подниматься.

Система управления БИНК гибко сочетает командное управление пользователем и автоматизированное управление, при этом приоритетной задачей является безопасность пользователя. Такое решение дает пользователю возможность не «задумываться» над тем как выполнить движение, но в тоже время дает возможность непосредственно влиять на параметры функционирования своей бионической интеллектуальной конечности.

Бионический роботизированный модуль колена КИМ-21 — шаг вперед в области отечественного протезостроения. В отличие от всех предыдущих коленных модулей, осуществляющих сгибание и разгибание под действием инерционных и внешних сил, КИМ-21 может сгибаться/разгибаться за счет встроенного привода с собственным источником пи-

тания, реализуя функции не только коленного сустава, но и функцию мышц сгибателей/разгибателей коленного сустава. В результате пользователь получает активную помощь от модуля коленного КИМ-21 в наиболее сложных для него ситуациях, таких как подъем по лестнице, вставание из положения сидя, перешагивание препятствий. Это снижает компенсаторные нагрузки на здоровую конечность, что в свою очередь увеличивает свободу и комфортность передвижений. Для безопасности и комфорта пользователя при длительном стоянии в модуле реализован механизм автоматической блокировки сгибания. Модуль коленный КИМ-21 непрерывно отслеживает скорость движения, тип поверхности и особенности движений пользователя, обеспечивая наиболее естественную походку. КИМ-21 полностью совместим с модулем стопы КИМ-10.

Бионический роботизированный модуль стопы КИМ-10 — первый отечественный бионический активно-ассистивный модуль стопы, предназначен для протезирования людей с ампутацией нижних конечностей на уровне голени и бедра и с уровнем активности 2–4. При ходьбе на протезе, в состав которого входит модуль стопы КИМ-10, пользователю в большинстве случаев нет необходимости «задумываться» как ему сделать следующий шаг — композитная стопа обеспечит устойчивость на мелких неровностях поверхности, а встроенный микропроцессор на основании сигналов с датчиков обеспечит изменение угла голеностопного шарнира в соответствии с наклоном опорной поверхности. Применение композитной стопы позволяет эффективно запасать энергию при контакте с поверхностью и отдавать энергию в момент отталкивания, что приводит к снижению затрат энергии пользователя, расходуемой на ходьбу. Модуль КИМ-10 обеспечивает защиту пользователя от спотыкания — в переносной фазе цикла шага осуществляется поднятие носка стопы, аналогично тому, как это происходит у естественной стопы. КИМ-10 прост и комфортен в эксплуатации. Пользователю больше не нужно беспокоиться при смене обуви – модуль осуществит автоматическую подстройку под высоту каблука. Все это позволяет человеку перенесшему ампутацию нижней конечности наиболее полно вернуться к привычной для него жизни.

Бионический роботизированный модуль локтя КИМ-30 предназначен для протезирования пациентов с ампутацией на уровне плеча. КИМ-30 наиболее полно восстанавливает функции утраченного локтевого сустава. Пользователь осуществляет управление сгибанием и разгибанием КИМ-30, напрягая и расслабляя сохранившиеся мышцы плеча, причем имеет возможность не только осуществить сгибание на определенный угол, но и контролировать скорость перемещения. В движении локтевой модуль практически бесшумен, может «поднимать» груз и обеспечивать бесступенчатую фиксацию с возможностью удержания груза. КИМ-30 обеспечивает защиту пользователя от опасных нагрузок — в случае превышения допустимой нагрузки КИМ-30 осуществляет плавное разгибание/сгибание. Кроме этого КИМ-30 предоставляет пользователю возможность поворота предплечья относительно плеча в ручном режиме. Размеры модуля позволяют его скрыть под косметической оболочкой. Все это обеспечивает пользователю естественность и простоту при эксплуатации модуля локтя КИМ-30.

Наиболее интересна разработка электромеханического протеза человеческой руки с системой нейронного управления, максимально повторяющего функциональные возможности реальной руки человека. Данный протез должен вернуть людям возможность максимально себя обслуживать, справлять ежедневные нужды и заниматься любимым делом. При этом немаловажной составляющей является его низкая стоимость, позволяющая расширить круг доступности данной разработки.

Биоэлектрический протез содержит электроды, которые считывают электрический ток, вырабатываемый мускулами при их сокращении, затем передают его на микропроцессор и приводят протез в действие. Протез выполняет функции вращения кистью, захвата и удер-

жания предметов. При этом биоэлектрический протез позволяет пользоваться такими миниатюрными вещами, как шариковая ручка, ложка, вилка и т.д. Последние модификации биоэлектрических кистей имеют в пальцевой зоне специальные сенсорные датчики, контролирующие усилие захвата предмета. Это позволяет брать хрупкие предметы, например, куриное яйцо, бокал из тонкого стекла и т.д.

На данный момент исследования направлены на создание так называемой «протезирующей кожи», способной передавать осязательные ощущения. «Для этого хирургическим путём учёные устанавливают специальный имплантат рядом с нервным стволом, который до утраты пациентом конечности управлял ею. После имплантации данного устройства нервная ткань постепенно прорастает через него, и нервные импульсы, которые на подсознательном уровне вырабатывает человек, изучаются и записываются. Затем на их основе характерные управляющие сигналы подаются к приёмнику электромеханического протеза руки.

Рассмотрим современные разработки ведущих университетов.

Кембриджский центр восстановления мозга занимается технологией передачи команд по беспроводному интерфейсу от носителя протеза к частям его механической руки — отдельным «пальцам». Разрабатываемый имплантат хирургическим путём устанавливается рядом с нервом, который до утраты носителем конечности управлял ею. После вживления нервная ткань медленно прорастает через устройство. Нервные импульсы, которые бессознательно вырабатывает носитель, затем изучаются, и на их основе подаются управляющие сигналы к приёмнику электромеханического протеза.

Лаборатория гибких биоэлектронных интерфейсов Федеральной политехнической школы Лозанны (Швейцария), Питтсбургский университет и Лаборатория прикладной физики Университета Джона Хопкинса при поддержке Агентства перспективных оборонных исследований (DAPRA), финансируемого Пентагоном разработали Модульный протез конечности (Modular Prosthetic Limb, MPL), весящий около 9 фунтов или 4 кг, то есть примерно столько же, сколько «настоящая» человеческая рука. Протез обладает 22 степенями свободы, включая независимые движения каждого пальца, и обратной связью, в частности, отдельными функциями осязания. В мозг человека будут встраиваться микросхемы, позволяющие управлять протезом — электромеханической рукой — силой мысли, то есть точно так же, как если бы это была обычная «живая» рука.

Тель-Авивский университет (Tel-Aviv University) разработал проект протеза SmartHand, который является воплощением всех последних достижений в области протезирования, информационных технологий и нейробиологии. Каждый сустав протеза приводится в действие четырьмя сервоприводами и оборудован сорока датчиками, которые и дают пациенту возможность ощущений. Движения протеза полностью копируют движения человеческой руки. Сейчас ученые делают для него оболочку из искусственной кожи, после чего эту руку сможет отличить от настоящей только посвященный человек. Ученые из Тель-Авивского университета провели первую в мире успешную операцию, в результате которой искусственная рука-протез была подключена к живым нервным окончаниям пациента, что дало возможность пациенту не только управлять движениями протеза, но и чувствовать прикосновения к предметам.

Зарубежные промышленные производители протезов верхних конечностей. В области протезов верхних конечностей последней разработкой компании **Otto Bock** является кисть MichelangeloR с системой Axon-BusR.

Основным продуктом узкоспециализированной компании **BeBionic** является кисть Bebionic 3 с модулем дистанционного управления, что позволяет пользователю с помощью специального ПО настраивать такую искусственную руку: изменять набор ее функций и модифицировать тип захвата.

Компания **Touch Bionics** также имеет собственную разработку — протез кисти руки, с помощью которого человек может выполнять даже сложные манипуляции. Устройство обладает миоэлектрической системой управления, когда на сохранившемся участке конечности считываются мышечные импульсы и преобразуются в соответствующие команды для исполнительных приводов протеза. Кроме того, аппарат содержит модуль беспроводной связи и обладает гибкой системой настройки пользователем, что еще больше расширяет его функциональность в сравнении с аналогичными решениями.

Наиболее перспективна разработка искусственной руки i-Limb с встроенными моторами, которые обеспечивают ей более точную работу и высокую чувствительность по сравнению с другими протезами. Эта рука крепится к ампутированной конечности и содержит перезаряжаемые батареи и сенсоры, отслеживающие миоэлектрические токи в мышцах, которые когда-то управляли рукой и имеет пять отдельно работающих пальцев.

Рис. 2

Наиболее сложного информационного обеспечения требует разработка экзоскекзоскелетов на основе верхних конечностей (*рис. 2*).

Данный экзоскелет выпускается фирмой Endolite и обладает объемом движений, приближенным к показателям здорового человека. Все его фрагменты повторяют строение верхней конечности человека, имеют легкую и прочную конструкцию, адаптируемую к анатомическим параметрам конечностей, для изготовления применены биологически инертные материалы. Серийно выпускающихся экзоскелетов пока крайне мало, но будущее, несомненно, за ними. Такие разработки является наиболее сложными для согласования информационных и управленческих характеристик биотехнической системы, и требуют интеллектуализации производственных технологий и программного обеспечения.

Литература

1. http://compulenta.computerra.ru/archive/biotechnology/667028/
2. http://www.gamer.ru/everything/protezirovanie-ili-kak-meditsina-s-sovremennymi-tehnologiyami-pomogayut-lyudyam-zhit
3. http://www.medikforum.ru/news/medicine_news/197-uchenye-soedinili-protez-s-mozgom.html
4. http://www.slideshare.net/igorod/kaplan-alexander-brain-computer-interface
5. http://2045.ru/news/31226.html
6. http://ineum.ru/bionicheskie-robotizirovannye-ekzoprotezy
7. http://endolite.ru/menu-option-about-prosthesis

Перепёлкина Ю.В. «МГГЭУ»
(e-mail: perepelkina@mggeu.ru),
Меренкова Т.В. Российский университет транспорта «МИИТ»
(e-mail:merenkova@bk.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИНЕЙНО-КОНЦЕНТРИЧЕСКОГО ПРИНЦИПА ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИН ИНФОРМАЦИОННОГО ЦИКЛА В ИНКЛЮЗИВНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация: *В статье рассматриваются некоторые приемы, использующиеся в преподавании дисциплин информационного цикла (информатика, программирование, алгоритмизация и др.) для учащихся с ОВЗ (главным образом, с нарушениями опорно-двигательного аппарата) и учитывающие их специфические особенности восприятия информации при обучении.*

Ключевые слова: *преподавание, приёмы, линейно-концентрический принцип, восприятие, обучение, учащиеся, нозологии.*

Pereppelkina Y.V. «MGGEU»
Merenkova T.V., Russian University of Transport

THE USE OF LINEAR-CONCENTRIC PRINCIPLE OF TEACHING IN THE TEACHING OF DISCIPLINES INFORMATION CYCLE IN INCLUSIVE EDUCATION

Annotation: *The article deals with some techniques used in the teaching of disciplines of the information cycle (computer science, programming, algorithmization, etc.) for students with disabilities (mainly with disorders of the musculoskeletal system) and taking into account their specific features of the perception of information in training.*

Keywords: *teaching, techniques, linear-concentric principle, perception, learning, students, nosology.*

Введение. Структура нарушений познавательной сферы обучающихся с ОВЗ (главным образом, с ДЦП) имеет ряд специфических особенностей: присутствует неравномерный, дисгармоничный характер нарушений отдельных психических функций; повышенная инертность и замедленность всех психических процессов, астенические состояния и, что является одной из главных проблем обучения, - ограниченный запас знаний и представлений об окружающем мире. Кроме того, у многих лиц с ДЦП (независимо от формы нарушения) проявляется повышенная требовательность к окружающим (в том числе к преподавателям и к уровню преподавания дисциплин), себялюбие и эгоцентризм, которые во взрослом периоде жизни очень трудно корректируются и отрицательно влияют на качество процесса обучения и обусловлены изоляцией таких индивидуумов от общественной жизни. Тем не менее, многие учащиеся с ДЦП стремятся расширить собственный кругозор и, часто обладая нестандартным мышлением, испытывают большую потребность в получении информации, представленной в необычной форме, а также имеют потребность отвлечься от основной темы занятий с помощью интеллектуальных упражнений. В связи с этим дидактические модели проведения занятий существенно меняются в условиях инклюзии.

Методы преподавания дисциплин информационного цикла у обучающихся с ОВЗ. Во всем мире системы образования стоят перед необходимостью использовать новые информационные и коммуникационные технологии для формирования у учащихся знаний и

умений, которые потребуются им в XXI веке. Изучение чего-либо – это естественное состояние мозга, однако процесс обучения для каждого носит индивидуальный характер. Репродуктивные методы обучения при использовании компьютерных обучающих систем приобретают свойства личностно-ориентированного обучения, где учащиеся получают возможность выстраивать индивидуальные образовательные траектории в зависимости от успешности обучения и личностных психологических качеств (восприятия, памяти, мышления и пр.). Для категорий обучающихся с ДЦП нужно использовать разновидности информационно-коммуникационного подхода к обучению. Практика показала, что в условиях инклюзии совместная проектная деятельность нескольких студентов с разными видами инвалидности и без нее дает хорошие результаты. Темы проектов по дисциплинам информационного цикла могут быть связаны с программированием, созданием анимационных игровых сюжетов, разработкой сайтов и др. Оба типа обучающихся могут полноценно пользоваться электронными средствами анализа результатов обучения, обладая для этого навыками, не зависящими от типа инвалидности, хотя необходимо учитывать тот факт, что при различных видах тестирования и опросов уровень понимания и скорости выполнения заданий у этих групп обучающихся может отличаться.

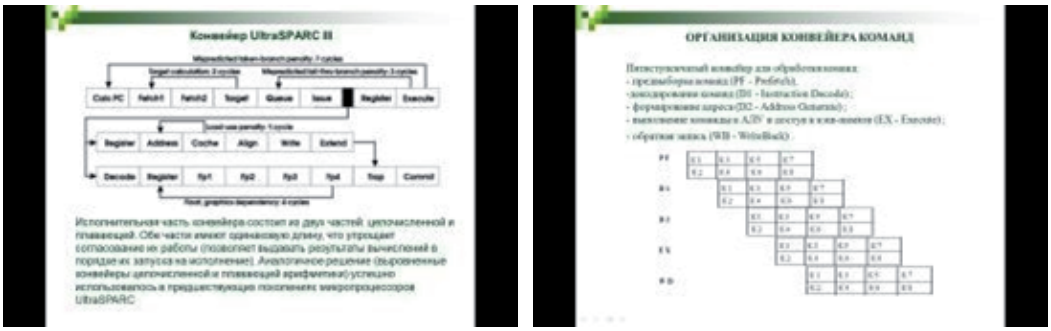
Рассмотрим основные проблемы процесса обучения и приемы, использующихся для повышения эффективности обучения дисциплинам информационного цикла этих категорий учащихся в условиях инклюзии.

1. Трудности в освоении учебного материала у лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (ОДА) усугубляются ослабленным состоянием их нервной системы: наблюдаются быстрая утомляемость и низкая работоспособность, а также часто нарушена координация движений. Недостатки памяти ведут к медленному накоплению знаний и умений по учебным дисциплинам. Дисциплины информационного цикла, содержащие принципы логики и математики, работа с которыми сильно нагружает человеческий мозг, увеличивают эти трудности.

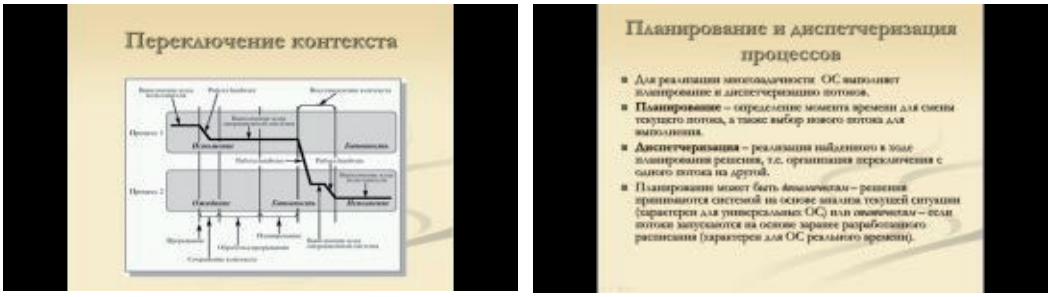
В этом случае лекционный и дополнительный материал информационного характера необходимо давать в письменном виде. Учащиеся самостоятельно просматривают и изучают его дома, выделяют для себя непонятные моменты и на их основе формируют вопросы преподавателю. При планировании и проведении аудиторных занятий целесообразно опираться на линейно-концентрический принцип обучения, что предполагает строить изучение нового материала на прошлом опыте обучающегося, на каждом этапе обучения изучаются одни и те же направления деятельности, но каждый раз рассматриваются на более высоком уровне и с различных точек зрения (*рис. 1*), а также вводится многократное повторение материала.

2. Информация, получаемая учащимися на лекциях и практических занятиях может восприниматься, перерабатываться и использоваться фрагментарно, то есть лица с ОДА могут запоминать не всю информацию, а также, ввиду особенностей восприятия, более сложный учебный материал для них может оказаться более простым и понятным.

Это не означает, что если на определенном этапе обучения усвоена лишь часть информации, то она не будет в дальнейшем усвоена в полном объеме. Постепенное формирование «полной картины» может произойти у учащегося позже. В лекционный и дополнительный материал информационного характера лучше включать мелкие детали и подробности, которые обычно опускаются в стандартных лекциях, однако для лиц с ОДА они помогают связывать между собой в единую картину блоки более простого материала, который менее понятен и для обычных учащихся часто сокращается или пропускается в том предположении, что учащийся сам способен уловить связь между этими деталями и «достроить полную картину».



а



б

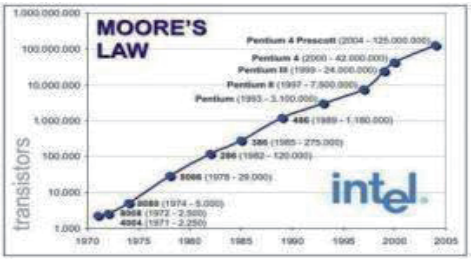
Рис. 1. Слайды из лекций двух разных курсов («Архитектура компьютера» и «Операционные системы») — конвейерный тип обработки данных (команды на аппаратном и программной уровнях): взгляд на принцип конвейеризации под разными углами

(Источники: [5], [6])

Например, промежуточные «звенья» в законе Мура часто пропускают при изложении материала, не предоставляя полную таблицу произведённых процессоров, а только ключевые части — главные модели линейки процессоров, в связи с чем возникают дополнительные вопросы, поскольку учащиеся пытаются разобраться в нумерации, названиях и отличиях моделей между собой, пытаясь, таким образом, представить себе полную картину эволюции компьютерной микропроцессорной техники и т.д. (*рис. 2*). Поэтому очень важно в процессе изложения материала фиксировать промежуточные детали, чтобы обучающийся мог уловить связь деталей друг с другом.

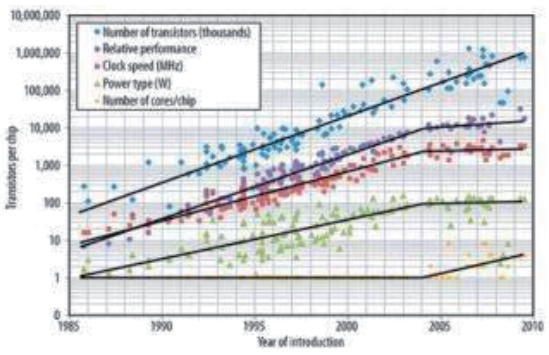
3. У учащихся с нарушениями ОДА нарушена координация движений, очень часто плохо развита моторика рук, поэтому они не могут нормально писать, а некоторые и работать с печатным материалом самостоятельно; им трудно, например, точно показать точку на графике, найти слово в тексте, объект в схеме и т.д. Также у большинства лиц снижен запас представлений о предметах и явлениях окружающего мира, преобладает зрительная память, поэтому они плохо воспринимают на слух объяснения даже небольшого количества информации, особенно из области точных наук (с трудом распознаются на слух, например, определения физических величин или понятий).

В этом случае чтение лекции в стандартном варианте не представляется возможным даже в замедленном темпе, поэтому исключаются все виды самостоятельных письменных работ, проверка знаний проводится с помощью тестов на компьютере или в форме индиви-

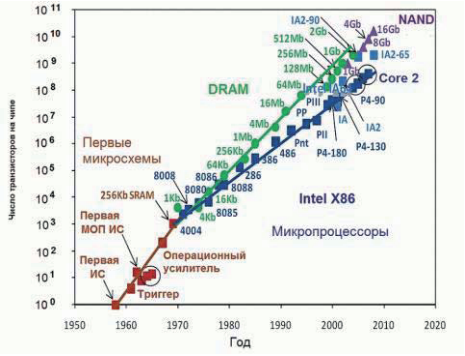


а)

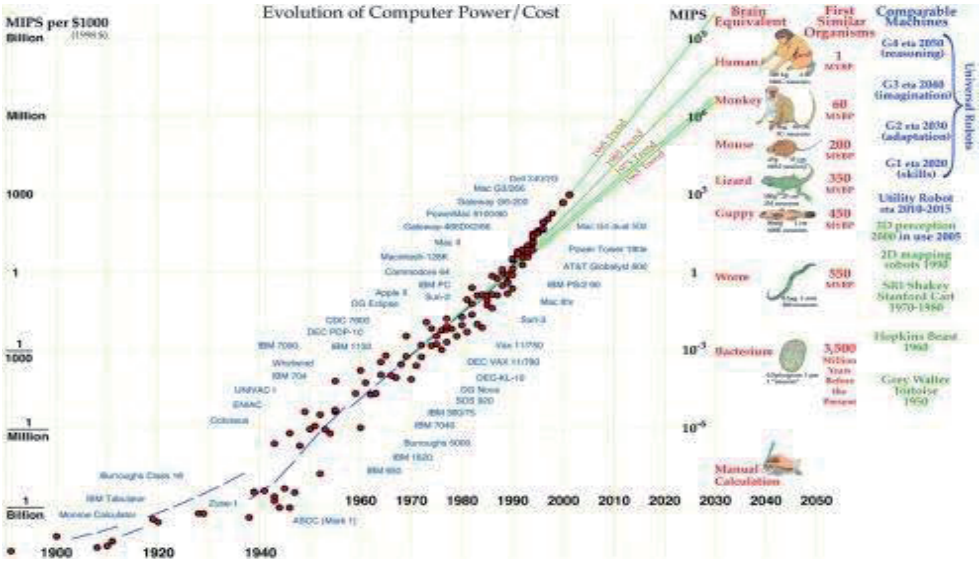
б)



в)



г)



д)

Рис. 2. Схематическое изображение закона Мура

(а) типичное представление; (б) схема с полным списком произведенных процессоров; (в) выделение тенденций развития (трендов); (г) классификация по типам интегральных схем; (д) эволюционное развитие - аналогия с живыми организмами

(Источники: [6]–[11])

дуальной беседы, а самостоятельно изученный материал представляется в виде презентации к докладу. Компенсировать отставание в темпе фиксирования и восприятия получаемой на лекциях информации можно путем включения в лекционный визуальный материал (презентации, графическая и видеоинформация) схем с максимальной степенью детализации и отображением логических связей между их компонентами. Учащиеся с ОДА хорошо воспринимают визуальную информацию в форме презентаций, они любят читать предоставленные им в электронном виде лекции и, при наличии достаточного понимания предмета, могут самостоятельно искать в Интернете и изучать информацию по нужной теме. Наличие схем с максимальной степенью детализации (п.2, пример из *рис. 2*) вследствие большого объема информации не позволит качественно запомнить и понять новый материал с первого раза, но существенно поможет разобраться в нем при самостоятельном изучении дома. Это снимает психологический барьер в виде страха не усвоить представленный лекционный материал, поскольку обучающимся доступно необходимое количество информации, и они могут получить к ней доступ в любое время без боязни пропустить какие-то детали, которые часто упускаются в процессе конспектирования лекций, читаемых в стандартном варианте.

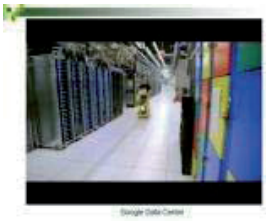
Поэтому структуру теоретического занятия необходимо строить следующим образом: сначала кратко повторяется пройденный на предыдущей лекции материал, затем речь идет об актуальности знаний, после чего излагается новый материал (листинги демонстрируемых программ могут дублироваться в текстовые файлы, которые можно рассмотреть более детально или включить в демонстрируемые презентации лекций); затем при необходимости по изучаемой теме раздаются электронные материалы [1–3]. Обсуждение и самостоятельная работа проводятся в конце лекции, при этом ответы на вопросы предоставляются письменно (для лиц с нарушением моторики рук — в текстовом редакторе).

Поскольку преобладает зрительная память, а объяснения на слух усваиваются значительно хуже, можно дать лекционный материал заранее, чтобы потом, вспоминая и зрительно воссоздавая предварительно просмотренный материал в памяти, учащийся мог задать вопросы преподавателю и выяснить для себя непонятные моменты. Некоторым учащимся требуется больше времени, чтобы изучить предлагаемый материал самостоятельно, поэтому его можно давать за несколько недель до занятия, на котором он будет изучаться.

Для расширения кругозора и преодоления трудностей в развитии восприятия и формировании пространственных и временных представлений в лекционный материал полезно включать элементы мультимедиа — короткие фильмы, анимированные схемы и т.д., позволяющее более наглядно представлять себе объекты, детали, процессы и т.д., о которых рассказывается в лекции (*рис. 3*), а также немного отвлечься и отдохнуть после психологического и эмоционального напряжения, возникшего вследствие интенсивной интеллектуальной нагрузки. Также в учебнометодический материал можно включить гиперссылки на дополнительные источники информации, особенно видеофайлы, тесты и исторические сведения.

Поскольку при подготовке отчетов о результатах выполнения практических работ (рефераты, лабораторные и курсовые работы) студенты с ДЦП часто пишут краткие резюме вместо полноценного отчета, хотя в то же время могут много рассказать устно [3, 4], необходимо подробно указывать требования оформления отчетов. При выдаче заданий для обучающихся достаточно краткого объяснения постановки задачи и четких письменных инструкций с включением в них примеров. Объемный теоретический материал в задании не позволяет сконцентрироваться на цели задания, а предоставленные примеры дают больше информации, чем самые подробные инструкции. Также нужно учитывать, что алгоритмы задач и методы их проработки студенты с ОДА часто предпочитают разрабатывать самостоятельно, поэтому предоставленные образцы оформления заданий и решения примеров играют для них в основном чисто иллюстративную роль. Поэтому руководство по выполне-

(а)



(б)

(в)

(г)

Рис. 3. Схема типичного кластера компании Google (материал из лекции)

(а); кадры из видео информационного центра Google (USA) (мультимедиа-дополнения к материалу) (б); описание суперкомпьютера Blue Gene/Q (материал из лекции) (в); кадры из видео вычислительного центра компании IBM (г)

Источник: youtube.com, www.ibm.com

нию практического задания на ПК должно включать лишь грамотную постановку задачи и требование к форме представления конечного результата.

4. У обучающихся с диагнозом ДЦП нарушена речь: произносят слова очень плохо или не говорят совсем, поэтому возникают трудности в общении с ними.

Необходимо обеспечить индивидуальный режим работы, поскольку работоспособность в аудитории зависит не только от физического, но и от психического состояния обучающегося, а также других членов учебной группы. Проверка знаний может проводиться с помощью тестов на компьютере, а изложение выученного материала оформляется в виде презентации к докладу. В случае сильного нарушения речи обучающийся заменяет свой устный доклад докладом, заранее записанным чужим голосом (на практике одни обучающиеся пользуются для этого специальными программами, воспроизводящими текст, напечатанный на компьютере; а другие просят своих товарищей озвучить и записать с помощью технического устройства устное изложение текста).

5. Система коммуникации инклюзивного образования отлична от той, которой пользуются в обычных учебных заведениях.

Начиная с младшего школьного возраста, система коммуникации является первым этапом включения ребенка в учебный процесс и усложняется по мере его взросления. Для ряда лиц, сталкивающихся с большими проблемами при освоении речи или сильно стесненных в движениях, эта система, вероятно, и останется единственно возможной (например, в распоряжении большинства лиц с ДЦП имеется только способность двигать пальцами по клавиатуре), хотя она может значительно совершенствоваться благодаря прогрессу научно-ин-

формационных технологий и индивидуальным способностям учащегося [4]. Поэтому очень важно обучить их работать с различными программами, правильно пользоваться программным интерфейсом – проводить аналоги - детали в интерфейсах различных программ, чтобы психологически облегчить переход на новую программу или подготовить к ее освоению.

Заключение

Учебные курсы информационных дисциплин, кроме непосредственно образовательных целей, оказывают также определяющее влияние на эффективность внедрения инновационных методов обучения в преподавании остальных дисциплин. Во многих странах благодаря информационным технологиям социальная активность лиц с ОВЗ давно стала частью экономики и социального сектора. Например, Государственная служба занятости Министерства социального обеспечения Армении (http://employment.am) использует дистанционное обучение как один из способов организации курсов профессиональной подготовки для лиц, ищущих работу, особенно инвалидов с нарушениями ОДА.

При обучении лиц с ОДА необходимо помнить, что, несмотря на наличие у них трудностей в развитии восприятия и формировании понятий и представлений абстрактного, пространственного и временного характера, у большинства из таких учащихся имеются значительные потенциальные возможности реализации высших психических функций для повышения уровня знаний и интеллекта, достаточные способности усваивать новый материал, хотя и в замедленном темпе. На практике отмечено, что при наличии достаточного объема начальных знаний в области дисциплин информационного цикла, полученных в средней школе, студенты с ДЦП могут проявлять особый интерес и способности к программированию и моделированию. Поэтому применение специальных приемов и использование технических устройств в процессе обучения могут сделать учебный процесс для них технически доступным, понятным и интересным.

Включение в курсы дисциплин информационного цикла дополнительного материала с расширенным изложением изучаемых понятий, процессов и явлений, позволяет учащимся осознать важность изучения предмета, повышает продуктивность обучения, повышает интерес к изучению. Преподаваемый предмет перестает быть абстракцией, расширяет кругозор и может стимулировать обучающихся к выбору будущей профессии. При успешном освоении дисциплин информационного цикла у учащихся развиваются логическое, алгоритмическое и образное мышление, способности к аналитической и творческой деятельности, формируются навыки применения информационных технологий для решения задач по разным учебным дисциплинам, умение использовать интернет-ресурсы, принципы работы цифровой техники и навыки программирования в учебных, научных и бытовых целях.

Литература

1. *Алаева Н.С.* Дифференцированный подход к разработке электронных учебно-аналитических материалов в условиях инклюзии / Н.С. Алаева // Организация инклюзивного образования в России и Германии. Обмен опытом: сб. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 8 апр. 2016 г. – Новосибирск: НГТУ, 2016. – С. 18–23.
2. *Алаева Н.С.* Блочно-модульный принцип комплектования электронных учебно-аналитических материалов как средство реализации инклюзии / Н.С. Алаева // Современные формы организации и эффективные технологии обучения и реабилитации лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов: материалы научно-практической конференции с международным участием. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – С. 164–167.

3. *Алаева Н.С.* Методика преподавания курса «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» студентам-программистам колледжа ИСР НГТУ / Инклюзивное образование в Европе и России: опыт, проблемы и перспективы: материалы и доклады конференции / отв. ред. Г.С. Птушкин. – Новосибирск: НГТУ, 2010. – С. 31–44.
4. *Зинченко С.С.* Дистанционное обучение детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Молодой ученый. – 2015. – №2. – С. 523–525.
5. *Танненбаум Э.* Архитектура компьютера. 5-е изд. – СПб.: 2007. – 844 с.
6. *Фостер Л.* Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Линн Фостер. Пер. с англ.: А. Хачоян. – М.: Техносфера, 2008. – 352 с.
7. *Herb Sutter*. The Free Lunch Is Ove: A Fundamental Turn Toward Concurrency in Software // Dr. Dobb's Journal, 30(3), March 2005.
8. http://en.wikipedia.org/wiki/File:Transistor_Count_and_Moore%27s_Law_-_2008.svg
9. *Moore Gordon E*. No Exponential is Forever: But "Forever" Can Be Delayed! // International Solid-State Circuits Conference (ISSCC) 2003 / SESSION 1 / PLENARY / 1.1 (2003).
10. http://www.nanonewsnet.ru/files/users/u1412/47478.jpg
11. http://singularitybookreviews.com/2012/01

Аршинов В.И. «ИФ РАН»,
Лукьянчук Б.С. «Data Storage Institute Singapore»,
Никольский А.Е. «МГГЭУ»,
Рубанов В.А., Шелудяков А.В. «ЦИИТ Интелтек»

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СМЫСЛОВОЙ КОММУНИКАЦИИ

Аннотация: *Рассматривается соотношение коммуникации и языкового инструментария как главного коммуникативного средства. Для коммуникативного моделирования, привлекается концепция наблюдателя второго порядка по Х. Фон Фёрстеру и топологические поверхности, используя кодирование «наблюдатель-коммуникатор» бинарным состоянием: 0 или 1. Множество коммуникативных состояний отображается графом-монадой В. Арнольда и подчиняется закону партиципации (сопричастности), Смысловой коммуникативный дискурс предоставляет семантический орнамент В. Рубанова в рамках семантической топологии.*

Ключевые слова: *коммуникация, семиотика, семантика, язык, мышление, наблюдатель, монада, сопричастность, группы симметрий, кольца, циклы, когомологии.*

Arshinov V.I. «IPh RAN»,
Lukyanchuk B.S. «Data Storage Institute Singapore»,
Nikolskiy A.E. «MGGEU»,
Rubanov V.A., Sheludyakov, A.V. «Tsiit Inteltek»

MATHEMATICAL INTERPRETATION OF THE MEANING OF COMMUNICATION

Annotation: *The relation between communication and language tools as the main communicative means is considered. For communicative modeling, the concept of a second - order observer by H. Von Förster and topological surfaces is involved using binary state encoding "observer-Communicator": 0 or 1. A variety of communication States displayed graph - monad V. Arnold and subject to the law of participazio (ownership), Semantic communicative discourse provides semantic V. Rubanov ornament within the semantic topology.*

Keywords: *communication, semiotics, semantics, language, thinking, observer, monad, participation, symmetry groups, rings, cycles, cohomology*

В статье предлагается в математических подробностях рассмотреть соотношение коммуникации как таковой и самого языкового инструментария как главного коммуникативного средства. Ввиду обширности литературы по данному вопросу, мы просто не в состоянии сделать даже краткий содержательный обзор работ многочисленных предшественников и современников-представителей разных наук, иногда довольно далеко отстоящих друг от друга в трансдисциплинарном контенте, а сразу перейдём к рассматриваемым нами моделям.

В качестве примера приведём цитату А. Эйнштейна из работы Ж. Адамара «Исследование процесса психологии изобретения в области математики»[1]: «В этом письме я пытаюсь кратко и по мере моих сил ответить на ваши вопросы, но я сам не удовлетворён своими ответами... Слова, написанные или произнесённые, не играют, видимо, ни малейшей роли в механизме моего мышления. Психическими элементами мышления являются некоторые,

[1] *Адамар Ж.* Исследование психологии процесса изобретения в области математики, Франция: 1959. – М.: Советское радио, 1970.

более или менее ясные, знаки или образы, которые могут быть «по желанию» воспроизведены и скомбинированы. Существует, естественно, некоторая связь между этими элементами и рассматриваемыми логическими концепциями. Ясно также, что желание достигнуть в конце концов логически связанных концепций является эмоциональной базой этой достаточно неопределённой игры в элементы, о которых я говорил. Но с психологической точки зрения эта комбинационная игра, видимо, является основной характеристикой творческой мысли — до перехода к логическому построению в слова или знаках другого типа, с помощью которых эту мысль можно будет сообщать другим людям. Элементы, о которых я только что говорил, у меня бывают обычно визуального или изредка двигательного типа. Слова или другие условные знаки приходится подыскивать (с трудом) только во вторичной стадии, когда эта игра ассоциаций дала некоторый результат, и может быть при желании воспроизведена. Из того, что я сказал, ясно, что игра в элементы нацелена на аналогию с некоторыми разыскиваемыми логическими связями».

То есть, налицо проблемы «двухслойного» кодирования как в словарном поле, прошитом элементами логики в дополнение к словарному синтаксису, так и в семиотическом поле образов и знаков, находящихся в состоянии «вечной» комбинаторной игры.

С нашей точки зрения, к рассмотрению взаимодействия таких шифрованных слоёв удобно подойти со стороны коммуникативного моделирования, применив известную концепцию наблюдателя второго порядка по Х. Фон Фёрстеру. Тогда самого наблюдателя первого порядка, то есть, нас с вами, мы для образности изобразим в виде «дырок» на «хороших» в плане гладкости и замкнутости ориентированных двумерных многообразиях разного топологического рода. Количество дырок или участников коммуникации (которых в дальнейшем мы будем называть наблюдателями, отталкиваясь от реалий квантовой механики в физике, где наблюдатели своим явным присутствием непосредственно влияют на сам процесс измерения) и будет определять топологический род поверхности. Более того, род поверхности в нашем случае жёстко связан и с классами гомологий — так называются топологические инварианты таких поверхностей. Независимых классов гомологий оказывается в два раза больше, чем дырок — то есть гомологии являются мерой «дырявости» рассматриваемых поверхностей — *рис. 1*.

Теперь приведём рецепт того, как мы будем различать разные коммуникативные состояния. Мы допускаем, что каждый наблюдатель-коммуникатор первого порядка может находиться в бинарном состоянии — включён/выключен: 0 или 1. И, для выяснения полного спектра коммуникативных состояний, мы последовательно перебираем все варианты таких бинарных состояний по каждому наблюдателю, входящему в состав коммуникации. Чтобы перевести такие состояния уже наблюдателя второго порядка в двоичный код, мы градуируем или пронумеровываем наш исходный набор наблюдателей. Порядок нумерации совершенно произволен (номера выбираются из натурального ряда последовательно друг за другом слева направо — начинаем с дополнительного нуля), поскольку любая другая нумерация нашего конечного набора наблюдателей изоморфно отображается на изначально выбранную, когда ровно один номер присваивается ровно одному отдельному наблюдателю — *рис. 2*.

Рис. 1

ШИФР КОММУНИКАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ

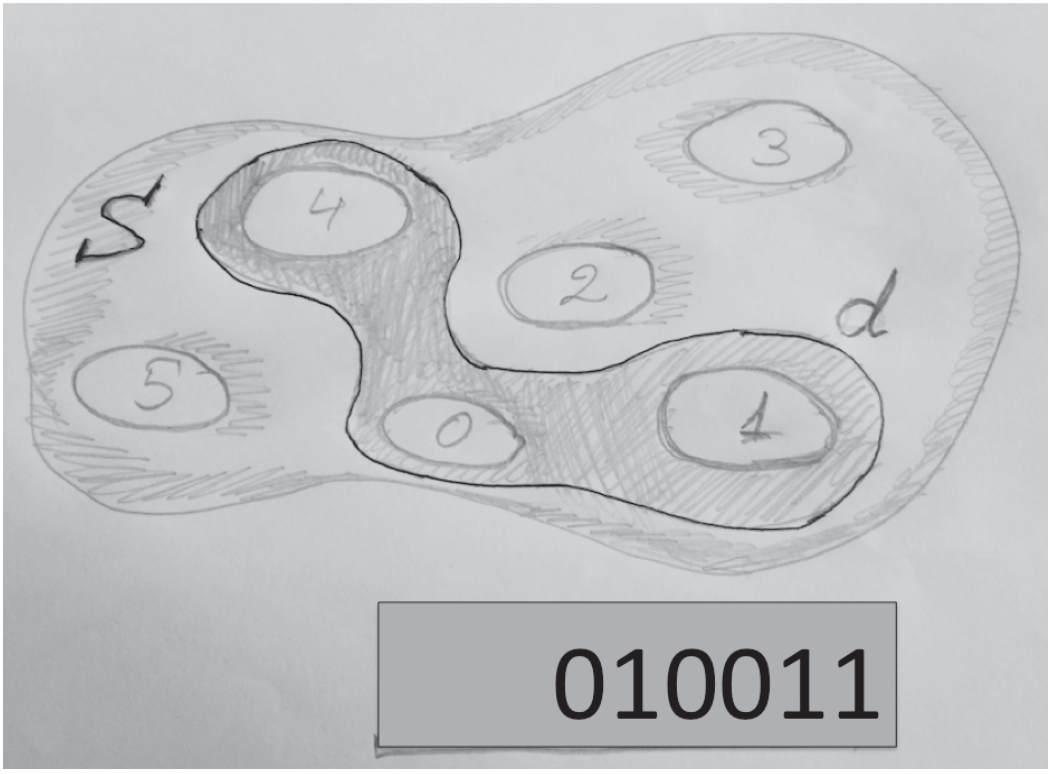
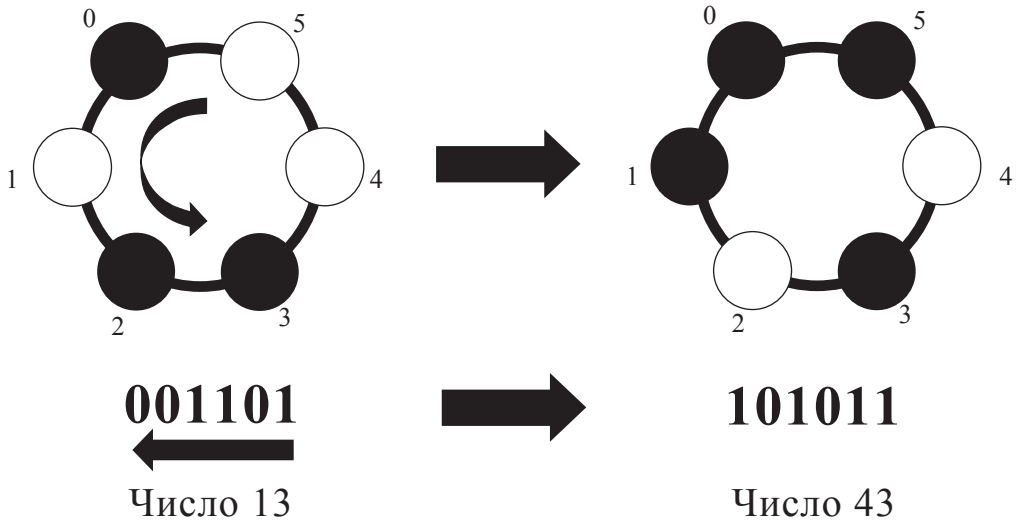


Рис. 2

То есть, у нас на поверку есть ряд коммуникативных состояний наблюдателя второго порядка из «включённых» и «выключенных» наблюдателей первого порядка, представленных двоичным кодом с количеством разрядов, равным количеству наличествующих наблюдателей первого порядка. Нетрудно видеть, что общее количество всех различных состояний равно максимально возможному числу такой разрядности по количеству наблюдателей первого порядка плюс ноль.

Чтобы «уловить» динамику развития коммуникации мы естественным образом продифференцируем наши сфабрикованные моментальные состояния по методу Ньютона, последовательно из последующего разряда (справа налево) вычитая предыдущий по модулю 2 и записывая результат на место предыдущего разряда, а для сохранения разрядности из крайнего правого разряда вычитаем крайний левый разряд — *рис. 3*.

Таким образом, наш набор мгновенных коммуникативных состояний наблюдателя второго порядка выстроился в граф, где из каждого состояния торчит ровно одна стрелочка перехода в другое строго одно коммуникативное состояние из того же набора. То есть, мы отобразили всё множество наших коммуникативных состояний в себя! Получившийся граф автор В. Арнольд назвал монадой — простейшим. Такая монада может состоять из элементов различных связностей, но каждый элемент структурно выглядит совершенно однотипно — это цикл, возможно нулевой корневой (когда нижнее состояние переходит в себя же) и растущая из узлов цикла структура деревьев — оснастка цикла. В рассматриваемом нами



Дифференцирование Ньютона — из последнего разряда
вычитаем предыдущий по модулю 2

Рис. 3

случае с такой операцией Ньютонова дифференцирования дерево двоичное, то есть, расщепляется в каждом узле ветвления ровно на две веточки.

В. Арнольд вручную просчитал и построил топологические портреты монад до 13-ти участников включительно — *рис. 4*. Интересно проанализировать монады для 3-х, 6-ти и 12-ти разрядов. Структура постепенно дополняется новыми элементами связности, циклы «толстеют», и деревья на циклах становятся ветвистее.

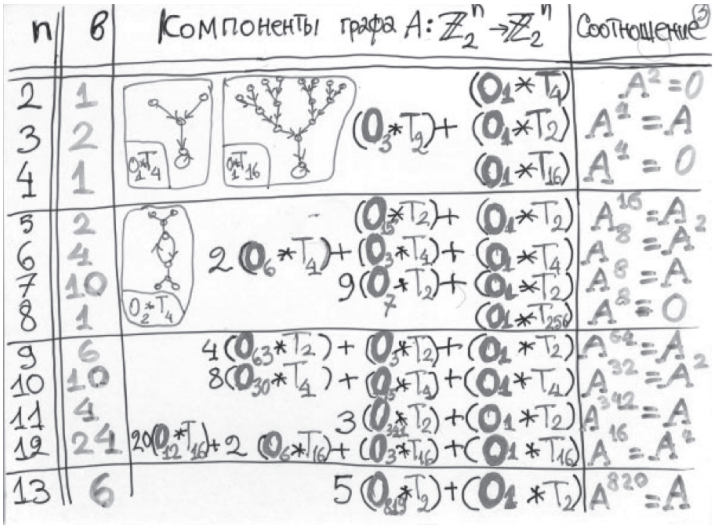


Рис. 4

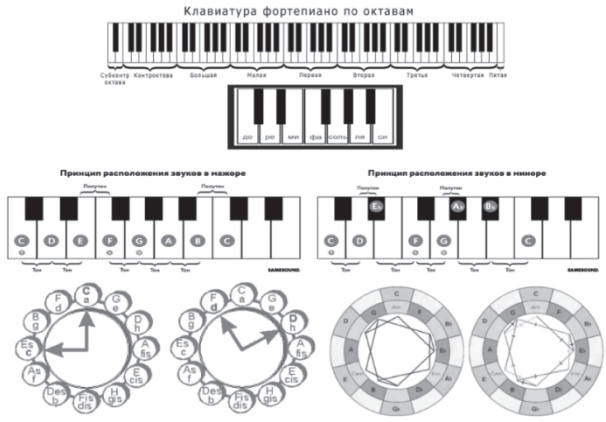


Рис. 5

В ситуации с 12-ю участниками коммуникации первого порядка — это максимальное число участников известной из социологии фокус-группы. Изящная аналогия прослеживается в мире музыки. 12 — это размер одной полной октавы. На этих 12-ти нотах можно соорудить немалое количество так называемых музыкальных гамм, которые и задают тональность огромному множеству тональных произведений — сокровищниц мировой музыки. Оказывается, у таких музыкальных строёв есть и математическая характеристика в виде монад Арнольда — *рис. 5*.

Пойдём дальше. Мы подобрали математический инструментарий для различения коммуникаций в виде монадной характеристики наблюдателя второго порядка. Мы выяснили, что в зависимости от количества наблюдателей первого порядка, коммуникации, с точки зрения наблюдателя второго порядка, выглядят очень по-разному. Далее, отдельный наблюдатель первого порядка одновременно или синхронно может быть включён в целый букет различных коммуникаций. И все такие коммуникации как-то в голове отдельного такого наблюдателя сцеплены и разложены. Для иллюстрации таких букетов коммуникативных циклов приводим так называемое расслоение Хопфа — *рис. 6*.

Рис. 6

Моделированием такой укладки многочисленных коммуникаций в отдельно взятых головах действующих лиц той или иной пьесы с успехом занимаются уже не первое тысячелетие драматурги и сценаристы, чтобы, придя в кино или в театр, мы были подхвачены и вовлечены в такие букеты коммуникативных орбит предложенных сюжетов — *рис. 7*.

По всей видимости, в таких коммуникациях на заре человечества когда-то зародились и речевые навыки, которые во временных эволюционных глубинах десятков тысячелетий вооружились ещё и письменностью. Универсальность языка не несёт никакой явной привязки к той или иной конкретной коммуникации в той или иной ситуации, хотя та или иная цкпочка слов «интуитивно» тяготеет по месту и времени к той или иной компании наблюдателей первого порядка, которые с неизбежностью в предложенных условиях складываются в портрет-монаду наблюдателя второго порядка в своём коммуникативном дискурсе. В связи с отсутствием явной привязки слов к породившим их классам когомологий в виде коммуникативных циклов ситуация напоминает место математических сущностей: чисел, колец, групп, тех же топологических инвариантов – в отношении жизненных реалий целых народов, в истории суще-

ствования которых они и возникли. Декарту приписывается утверждение, что человечество избавилось бы, как минимум, от половины своих заблуждений, если бы определяло значение употребляемых слов. В таком словесном хаосе возникает непрестанный интерес к так называемому превобытному мышлению стараниями, например, французских антропологов К. Леви-Стросса, и Л. Леви-Брюля. «Там, где мы ищем вторичные причины, пытаемся найти устойчивые предшествующие моменты (антецеденты), первобытное мышление обращает внимание исключительно на мистические причины, действие которых оно чувствует повсюду. Оно без всяких затруднений допускает, что одно и то же существо может одновременно пребывать в двух или нескольких местах. Оно подчинено закону партиципации (сопричастности), оно в этих случаях обнаруживает полное безразличие к противоречиям, которых не терпит наш разум. Вот почему позволительно называть это мышление, при сравнении с нашем, пра-логическим» — Л. Леви-Брюль[1].

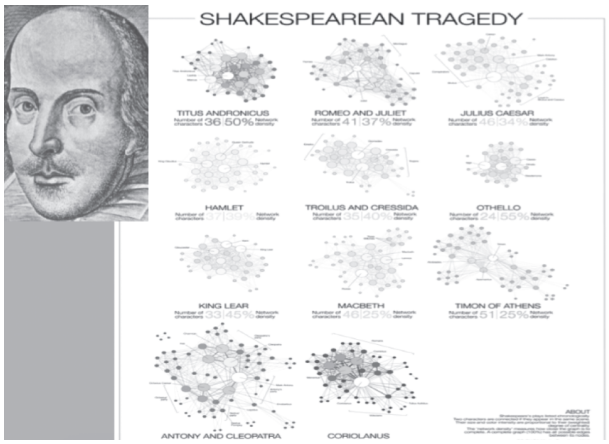


Рис. 7

Здесь возникает вот какое соображение: Арнольдовы монады образуют алгебраическую структуру кольца или полугруппу по умножению. То есть, монады можно перемножать (но нельзя делать обратного преобразования – делить), и если мы будем следить за циклами, то произведение двух циклов разной длины порождает одинаковые циклы длины наименьшего кратного от длин исходных циклов в количестве, равном наибольшему общему делителю длин исходных циклов — *рис. 8*.

Рис. 8

Когда А. Колмогоров с Д. Александером открыли классы когомологий — другой класс топологических инвариантов в дополнение к уже существующим от Пуанкаре классам гомологий (имеющим, в отличие от когомологий, ещё и геометрическую интерпретацию), Колмогоров вывел когомологии из задач гидродинамики и поведения магнитных полей и сразу обратил внимание, что классы когомологий образуют кольцо, то есть, их можно перемножать.

Мы же, решив реконструировать прообразы рядов смысловых понятий в их прародителях-коммуникативных дискурсах с целью повысить КПД смысловой эффективности коммуникативных взаимодействий и памятуя о наказе Декарта, по всей видимости, здесь должны воспользоваться математической техникой, допускающей обратные преобразования или

[1] *Люсьен Леви-Брюль*. Сверхъестественное в первобытном мышлении. – М.: Педагогик экспресс, 1994

возврат к своему прообразу, то есть, перейти от полугруппы кольца когомологий к полновесным группам геометрических симметрий. Такие группы преобразований мы можем найти в геометрии в виде групп сдвигов, поворотов и зеркальных симметрий на плоскости, сохраняющих основные свойства фигур. Здесь можно воспользоваться дискретными сетками смысловой разметки, активно применяемых школой С. Новикова. Более того, техники расчёта взаимодействия квантовых частиц на графах с унитарными симметричными матрицами рассеяния дают богатую почву для коммуникативных смысловых аналогий — *рис. 9*.

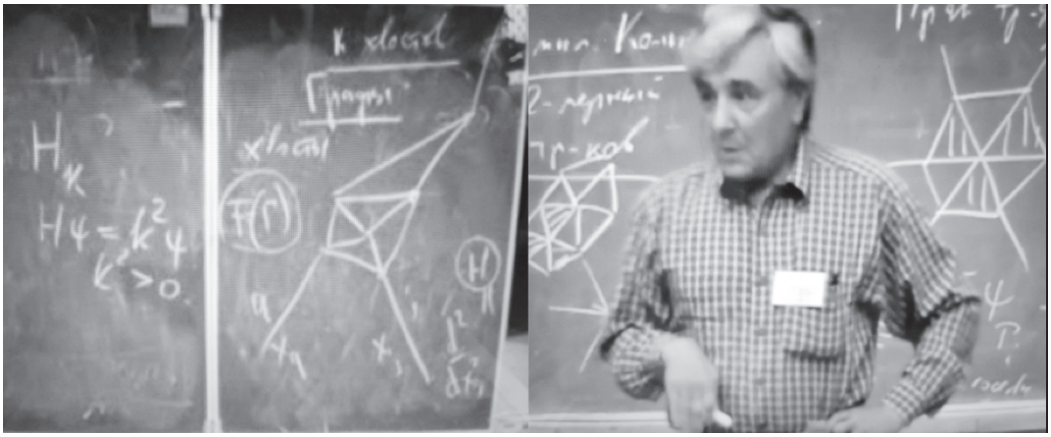


Рис. 9

Например, из «бесконечности» вступают в зацепление разные коммуникативные орбиты, и, провзаимодействовав на уровне отдельного наблюдателя первого порядка в «графовой логике», возвращаются «на круги своя» своих прежних коммуникаций — *рис. 10*. Но могут и не вернуться, сорвавшись на новые коммуникативные орбиты и образовав новых наблюдателей второго порядка с новым же потенциалом для вновь созидаемых комбинаций смысловых сущностей! В квантовой механике в таких взаимодействиях рождаются новые «элементарные» частицы!

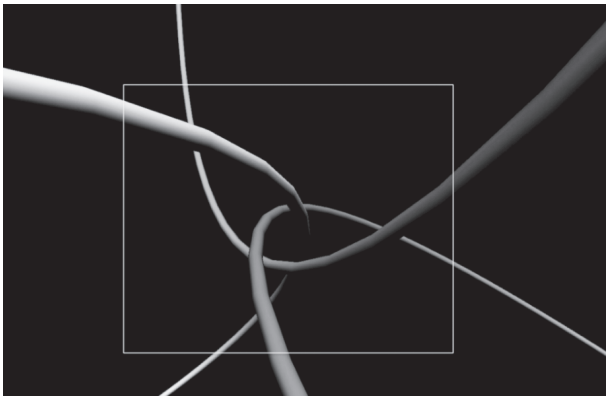


Рис. 10

Такого рода смысловые «матрицы рассеяния» предоставляет нам Семантический орнамент В. Рубанова в рамках развиваемой им дисциплины Семантической топологии — рис. 11.

Орнамент Рубанова формируется вокруг выбранного автором конечного набора ключевых смысловых понятий — комплексных по Л.Выготскому слов. По всей видимости, по части такой характеристики, как «мера комплексности» слов, ближайшим математическим аналогом может являться квантованная мера из «шаманского» алгоритма (по выражению академика В. Глушкова) группы математика Ю. Журавлёва квантования порядка полутора сотен переменных-признаков тестового различения в их методе распознавания и прогнозирования на базе неполной информации в области решения некорректно постав-

ленных в математическом смысле задач. Вокруг таких ключевых узлов фабрикуются соответствующие смысловые окрестности в рамках их функциональных тезаурусов. Далее, в рамках групп симметрий геометрических операций, формируются смсловые цепочки уже автоматически сразу в своих логических взаимосвязях. Разнообразие палитры смысловых гамм можно увидеть на *рис. 12, 13*.

Рис. 11

Таким образом, в образе смысловых «гамм» мы получили «дубликат» их прообразов-коммуникативных циклов. С той разницей, что на смысловых гаммах работают механизмы групп симметрий, а коммуникативные циклы сосуществуют в условиях кольца когомологий — *рис. 14*.

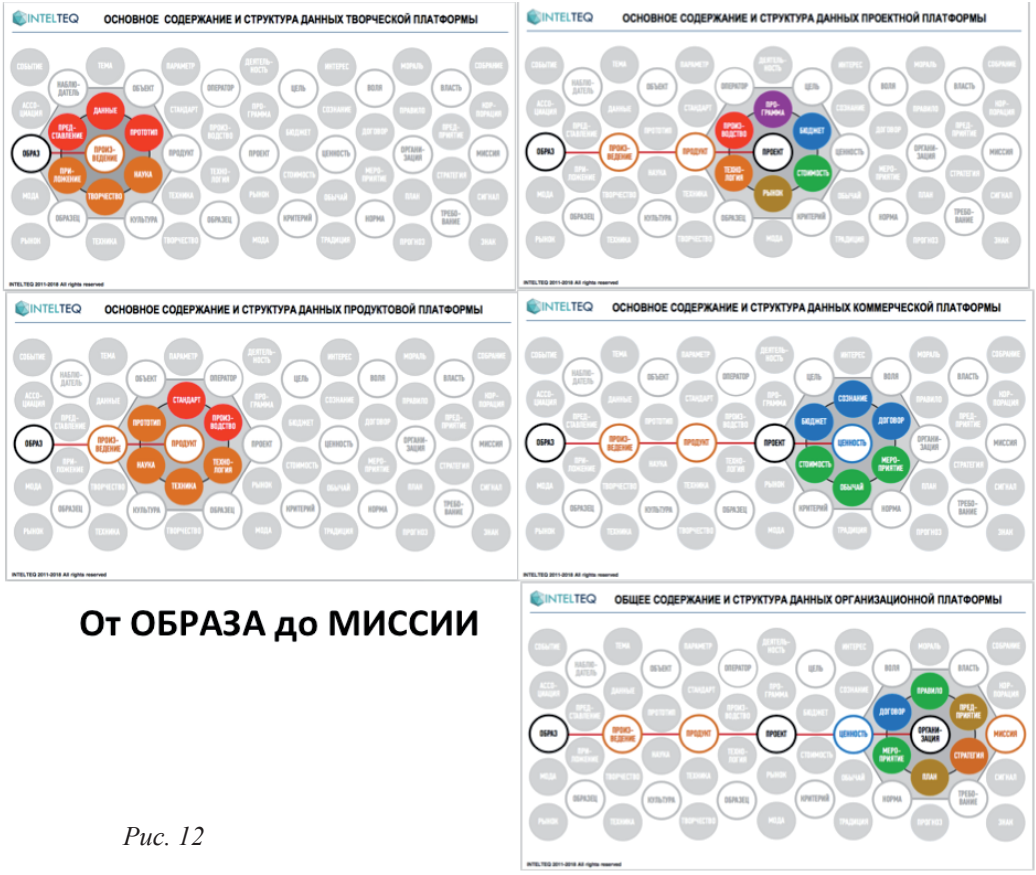


Рис. 12

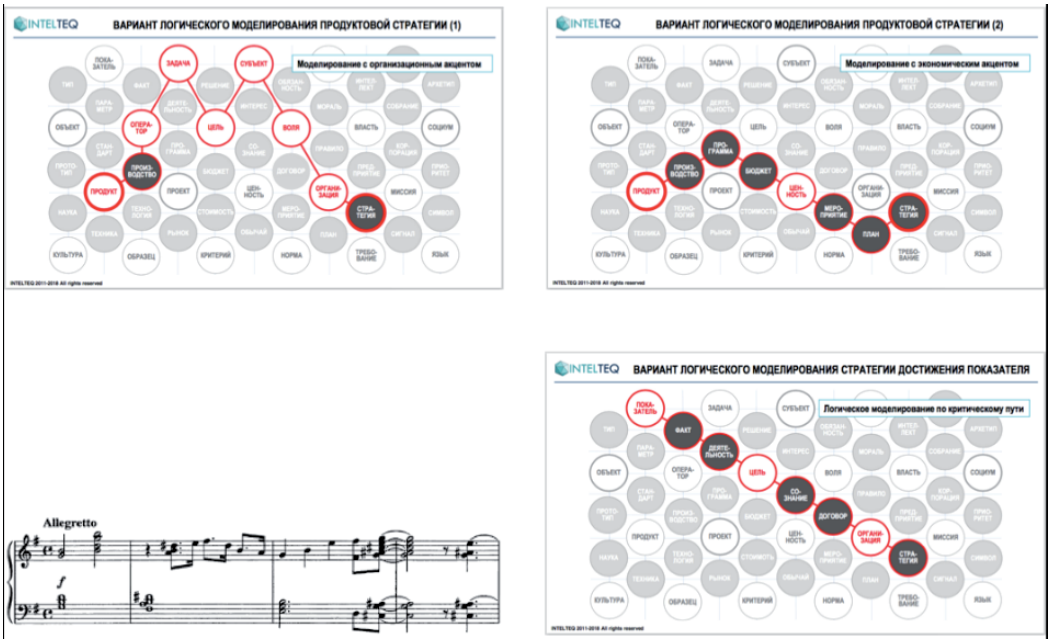


Рис. 13

Рис. 14

Решить обратную задачу и восстановить коммуникативные циклы по семантическим орнаментам, чтобы идеи заново «заходили» и тем самым воплотились в жизнь, мы можем, прибегнув к алгебре алгоритмического распознавания и прогнозирования уже упомянутой математической школы академика Ю. Журавлёва — *рис. 15*.

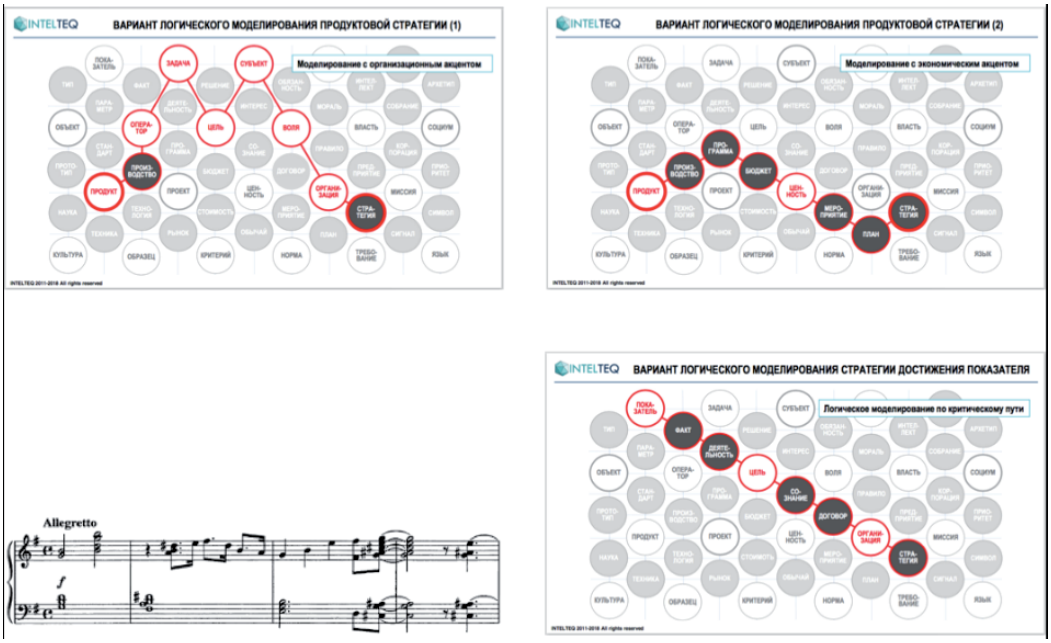


Рис. 15

Содержательные алгоритмы из разных предметных областей раскрывают выбранные «опорные» смысловые понятия орнамента Рубанова в роли используемых в методе правдоподобных эвристик. Строится единое математическое описание пространства таких эвристик с многомерной параметризацией и последующей оптимизацией с определёнными целями.

Каждый алгоритм — а по сути, реконструируемый нами коммуникативный цикл в обратной задаче восстановления прообраза, универсализуется многомерным числовым вектором и отражается в пространство полиномов над алгоритмами. Мерность такого вектора лимитируется количеством вопросов, на которые должен ответить тот или иной алгоритм.

Таким образом, алгоритмы возвращают нас в зону действия наблюдателя второго порядка и мы таким образом вновь оказываемся лицом к лицу перед динамическими портретами монад Арнольда с той разницей, что теперь монады Арнольда представлены семиотико-алгоритмическими орбитами под воздействием фильтра Семантического орнамента Рубанова. И миссия Семантического орнамента Рубанова заключается в минимизации степени рассматриваемых полиномов над алгоритмами методом смысловой оптимизации, что, в свою очередь, достигается групповыми техниками предельной симметризации смысловых значений в самом орнаменте.

Осталось распределить роли наблюдателя второго порядка по наблюдателям первого порядка — непосредственным участникам того или иного проекта или целой связки проектов, руководствуясь решающим правилом, выдающим ответы — да/нет/не знаю — в качестве пороговых значений параметров порядка в зонах выбора опорных смысловых значений орнамента Рубанова. В общем, почти по К. Станиславскому с его знаменитым актёрским методом.

Дали такого алгоритмического разрешения математической саги семиотики с коммуникацией, заявленной в названии статьи, чисты и открыты. Тема ждёт своих молодых окрылённых исследователей!

Сафронов А.И.
«ПИУВ, филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава РФ»,
Истомина Т.В. «МГГЭУ»

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ КРИТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

Аннотация: *Рассмотрено применение современных интеллектуальных технологий, а именно, когнитивного подхода к визуализации результатов синдромного мониторинга критического состояния на основе АРМ-РЕА, что позволяет обеспечить повышение оперативности, эффективности и качества оказания реанимационной помощи.*

Ключевые слова: *система, принятие решений, врач, диагностика, критическое состояние, реанимация, синдромный мониторинг, когнитивная графика.*

Safronov A.I.
«branch OF the RF Ministry of health of the Russian Federation»,
Istomina, T.V. «MGGEU»

INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN INTENSIVE THERAPY OF CRITICAL STATES

Annotation: *The use of modern intelligent technologies, namely, cognitive approach to the visualization of the results of syndromic monitoring of the critical state on the basis of arm-REA, which allowed to improve the efficiency and quality of rendering resuscitation aid.*

Keywords: *system, decision-making, doctor, diagnostics, critical condition. resuscitation, syndrome monitoring, cognitive graphics.*

В современном мире интеллектуальные технологии внедряются во многие сферы деятельности, повышая их эффективность. Важнейшее значение такие технологии, основанные на применении искусственных нейронных сетей, нечеткой логики, когнитивной графики имеют для создания систем поддержки принятия решений врача в различных медицинских приложениях. Автоматизированное рабочее место врача-реаниматолога (АРМ-РЕА) — это результат применения интеллектуальных технологий в интенсивной терапии критических состояний, основанный на использовании специальных приемов интенсивной терапии и диагностики в сочетании со специальными программными средствами. До сих пор данная технология не нашла поддержки со стороны врачей-реаниматологов, из-за отсутствия адекватных для современной клиники программных продуктов для ее функционирования.

В современном здравоохранении в работе врача нет четкого разделения функций на чисто клинические (профилактика, диагностика, терапия) и менеджерские (статистика, управление, социальные вопросы, страхование). Поэтому менеджеры требуют всю управленческую информацию от врачей, вынуждая их вместо клинической работы заниматься менеджерством, а существующие медицинские информационные системы фактически предназначены для работы с управленческой информацией. Для решения чисто клинических задач при работе с критическими состояниями эти системы вообще не предназначены. Необходима принципиально новая технология оперативного анализа клинической информации, целенаправленно предназначенная для использования в медицине критических состояний. Как правило, развитие критического состояния не всегда подчиняется законам формальной логики, поэтому врач-реаниматолог принимает решения по ведению больного, руководствуясь своим клиническим опытом и профессиональной интуицией.

Диагностика в отделении реанимации существенно отличается от таковой в других отделениях, поскольку она должна осуществляться в максимально короткий промежуток времени. В этих условиях алгоритм действий врача должен базироваться на четких и однозначно понимаемых критериях, помогающих врачу ориентироваться в патологии у конкретного пациента.

Главной характеристикой любого критического состояния является жесткое ограничение по времени. В условиях дефицита времени у врача-реаниматолога нет возможности для длительных рассуждений, консультаций, диагностических уточнений и пр. — он вынужден выполнять свои функции на алгоритмических принципах. При этом методы воздействия на пациента у него несколько иные — они носят характер «интенсивной терапии» (в переводе на английский: intensive care, aggressive medical therapy), т.е. терапии, которая характеризуется расчетом на быстрое достижение цели за счет агрессивности методик. Диагностические мероприятия приобретают характер «интенсивной диагностики», которая родилась «стихийно» из-за необходимости принимать диагностические решения не на основе наличия достаточного количества каких-либо симптомов, а на основе того, какая именно информация о пациенте имеется в данный момент.

Проявления критического состояния, как правило, неспецифичны, т.е. сходные или однотипные нарушения отдельных функций или деятельности целых систем организма возникают и развиваются под воздействием различных этиологических моментов. Таким образом, понятие синдрома в реаниматологии подразумевает неспецифический его характер. Это ключевой момент в понимании принципиальной разницы между понятиями синдрома в реаниматологии и в общеклинической практике.

Психологи утверждают, что психически нормальный человек в течение своего рабочего времени способен адекватно отследить 2–3 изменяющихся параметра, в то время как у больного, находящегося в отделении реанимации, необходимо в течение суток отследить динамику более ста параметров. В реальной клинической практике реаниматолог анализирует не параметры, а определенные их совокупности — синдромы. Это так называемые неспецифические синдромы. Реаниматолог формирует из них синдромный диагноз, т.е. иерархический перечень обнаруженных у больного синдромов, и работает только с двумя-тремя из них, представляющими наибольшую опасность. В условиях жесткого ограничения по времени это позволяет реаниматологу оперативно принимать решения по интенсивной терапии конкретного пациента. Нередко эти действия принимают характер алгоритма.

Синдромный подход к оценке состояния пациента в реаниматологии обусловлен следующими причинами:

- клиническая ситуация при выведении пациента из критического состояния характеризуется жестким ограничением по времени, когда темп и состав обычных для терапевтической практики действий уже не гарантируют успеха в лечении пациента;
- зачастую реаниматологу приходится иметь дело с пациентом, у которого нозологический диагноз неизвестен;
- как правило, нозологический принцип оценки состояния пациента, находящегося в критическом состоянии, недостаточен для срочного принятия решения по немедленной коррекции.

Поэтому в условиях критического состояния пациента реаниматолог ограничивается лишь простым и доступным набором тестов, позволяющих судить о клинической ситуации в терминах синдромов.

Идеальной объективной характеристикой пациента, безусловно, является развернутый нозологический диагноз. Но в условиях жесткого ограничения по времени нозологический диагноз не всегда может быть своевременно установлен при поступлении пациента с крити-

ческим состоянием, поэтому для принятия решения по тактике ведения пациента врач руководствуется доступным набором симптомов для того, чтобы составить себе представление о состоянии пациента на уровне синдромного диагноза. Наличие и выраженность синдрома, как правило, определяются врачом «на глаз» («есть» – «нет»), однако наиболее важная характеристика выявленного ведущего синдрома — это динамика его развития («положительная», «отрицательная», «без динамики»). Динамика развития синдрома свидетельствует об адекватности проводимой интенсивной терапии (если динамика положительная), либо в интенсивной терапии необходимо что-то поменять (если динамика отрицательная или «без динамики») [1, 2].

Принципы синдромного мониторинга предполагают периодическое измерение выраженности синдрома для того, чтобы определить в лучшую или худшую сторону происходят изменения синдрома. Как можно измерить синдром, который представляет собой устоявшуюся совокупность симптомов с единым патогенетическим происхождением?

Наиболее значимые характеристики синдрома — конфигурация, степень звучания и динамика [1]:

- конфигурация синдрома — устоявшийся набор входящих в состав синдрома параметров, которые при патологии выступают в роли симптомов;
- степень звучания (манифестирования) синдрома — количество отклоненных от нозологической нормы параметров и степень их отклонения;
- динамика синдрома — изменения степени отклонения от нозологической нормы параметров и их количество по сравнению с предыдущим измерением — лучше, хуже, без изменений.

Основное преимущество синдромного подхода при интенсивной терапии критических состояний заключается в том, что появляется возможность использовать алгоритмический принцип диагностики в отличие от эвристического метода решения диагностических задач. Главное различие двух указанных принципов заключается в том, что при нозологическом принципе диагностики врач нередко имеет дело с огромным объемом информации, которая не всегда поддается оперативному осмыслению, а, значит, — и своевременному принятию решения по интенсивной терапии, что имеет принципиальное значение для пациента с критическим состоянием; при синдромном подходе врач имеет дело только с единичными интегральными элементами информации, требуется «всего лишь» экономное результативное логическое мышление [3]. В отделении общей реанимации наиболее часто встречающихся неспецифических синдромов насчитывается не более девяти (*табл. 1*).

Для количественного отслеживания таких интегральных оценок как синдром, методика требует введения некоторых допущений:

1) мониторинг предполагает отслеживание параметров, имеющих числовое значение (т.е. показателей); в случае, если параметр не выражается в числовом значении, его необходимо проградуировать в баллах;
2) параметры больного могут отклоняться от своих предыдущих и (или) среднестатистических значений; в общем виде степень их отклонения может быть «незначительной», «значительной» или «запредельной» (как в сторону увеличения относительно среднестатистических для данной патологии значений, так и в сторону уменьшения);
3) для перевода количественных значений параметров в их «качественные» характеристики методика требует создания специальных справочников соответствия интервалов числовых значений параметров с их «качественной» характеристикой на основе экспертных оценок;
4) создание подобных справочников определяется спецификой отделения реанимации и зависит преимущественно от квалификации экспертов.

Таблица 1. **Наиболее часто встречающиеся неспецифические синдромы критических состояний (Васильков В.Г., Сафронов А.И., 2016)**

№ п/п	Неспецифические синдромы	Патогенетические источники (предикторы)	Параметры-симптомы (клинические проявления)
1	2	3	4
1	**Острая дыхательная недостаточность ОДН**	**Артериально-гипоксимическая гипоксия. Гемическая гипоксия. Гемодинамическая гипоксия. Гипоксия периферического шунтирования.**	Цвет и состояние кожи, ЧД, PO2, PCO2, BE, Ph, Hb, Ht, AD, ОПС, ЦВД, Проведение ИВЛ,
2	**Острая церебральная недостаточность ОЦН**	**Нарушения сознания. Повреждение ткани мозга. Отек головного мозга. Нарушения психики.**	Шкала комы Глазго, Менингизм, ВЧД, Судорожная готовность, Психоз, Латерализация невр. симптоматики, Данные КТ, Данные ЯМР.
3	**Острая сердечно-сосудистая недостаточность ОССН**	**Сердечная недостаточность. Сосудистая недостаточность. Волемические нарушения.**	Ps, AD, ЦВД, Аритмии, УО, ОПС, ЭКГ, Проведение инотропной поддержки,
4	**Острая печеночная недостаточность ОПечН**	**Холестаз. Гепатодепрессия. Цитолиз. Мезенхимальное воспаление. Шунтирования печени.**	Цвет и состояние кожи, Общ. белок, Билирубин, АлАТ, АсАТ, Гамма-глобулин, Тимоловая проба, Сулемовая проба, Холинэстераза, ПТИ, Альбумин, Проконвертин, Аммиак, ЛДГ, Изоферменты,
5	**Острая почечная недостаточность ОПН**	**Нарушения фильтрации. Нарушения реабсорбции. Нарушения уродинамики.**	Почасовой диурез, АД сист., Сут. диурез, Плотность мочи, Креатинин плазмы, Натрий, Калий плазмы, Осмолярность плазмы, Осмолярность мочи, Мочевина плазмы, Протеинурия, Обструкция МВП, Проведение гемодиализа,
6	**Синдром кишечной недостаточности СКН**	**Нарушения моторики. Нарушения всасывания. Нарушения переваривания.**	Вес, Перистальтика, Стул, Потери по зондам, Сахар крови, Индекс массы тела, Окр. плеча, Общ. белок, Альбумин, Трансферрин, Абс. число лейкоц., Азот. баланс, Проведение зондового питания.
7	**Системный ответ при воспалении СОВ**	**Количественные изменения форменных элементов крови. Биохимические изменения. Иммунологические изменения.**	Лейкоцитоз, Сдвиг лейкоц. ф-лы влево, Тромбоцитопения, СРБ, ЛИИ, Катаболизм белка (ВСНММ), Уровень комплексообразования (ЦИК1-2), Гуморальный иммунный ответ (IgA, IgM, IgG), Интерлейкины (6, 10),
8	**Нарушения ВЭГ**		Жажда, Общ. белок, Натрий, Калий плазмы, Хлор, Кальций, Осмолярность плазмы,

Продолжение табл. 1

№ п/п	Неспецифические синдромы	Патогенетические источники (предикторы)	Параметры-симптомы (клинические проявления)
1	**2**	**3**	**4**
9	Нарушения ГЕМОСТАЗА	**Гемостаз. (**Коагуляционный потен-циал, Уровень тромбинэмии, Тромбоцитарный гемостаз, Антикоагуляционная система, Фибринолитическая система) **Факторы, блокирующие СМФ (**Клеточные факторы, Метаболи-ческие факторы, Состояние опсониновой системы, Уровень комплексообразования)	АЧТВ, Тромбиновое время, Время свертываемости, ОФТ, Число тромбоцитов, Агрегация, Антитромбин-3, Лейкоцитоз, ЛИИ, СМ-1, СМ-2, Фибронектин, Иммуноглобулин G, Комплемент, ЦИК-1, ЦИК-2.

Строго говоря, никаким правилам и стандартам эти характеристики не подчиняются, каждое отделение реанимации с учетом мнений врачей формирует эти стандарты самостоятельно, исходя, прежде всего, из специализации реанимационного отделения, своих диагностических возможностей и уровня профессиональной квалификации сотрудников [5, 6].

Принципы составления справочника для перевода абсолютных значений параметров в «качественные» характеристики (т.е. в количество баллов) довольно просты и доступны любому эксперту (*табл. 2*).

Таблица 2. **Фрагмент «СПРАВОЧНИКА-69» для больных перитонитом (Сафронов А.И., 2002)**

Название параметра	Размерность	Степень отклонения параметра от нозологической нормы (в баллах)									
		-5	-4	-3	-2	-1	+1	+2	+3	+4	+5
Темпер. тела	градусы С	0 35.0	35,1 35,5	35,6 35,9	36,0 36,3	36,4 36,5	36,6 36,7	36,8 37,0	37,1 37,8	37,9 39,0	более
ЧСС	Уд/мин	0 39	40 49	50 59	60 69	70 79	80 89	90 99	100 109	110 140	более
АДсист	мм.рт.ст	0 59	60 79	80 99	100 109	110 120	121 130	131 140	141 160	161 200	более
АДдиаст	мм.рт.ст	0 49	50 69	70 79	80 85	86 90	91 95	96 100	101 110	111 130	более
ЦВД	мм.водн.ст	отр	Отр	отр	0 19	20 29	30 49	50 90	91 100	101 120	более
ЧДД	дых/мин	0 9	10 12	13 15	16 16	17 17	18 19	20 20	21 30	31 40	более
Hb	г/л	0 59	60 90	91 119	120 130	131 140	141 150	151 160	161 170	171 189	более

Здесь каждому диапазону параметра соответствует определенное количество баллов от «минус-5» до «плюс-5», при этом диапазоны от «минус-2» до «плюс-2» соответствуют нозологической норме параметра. Диапазоны «минус-3» и «плюс-3» — означают незначительное отклонение от нозологической нормы (в сторону уменьшения со знаком минус и со знаком плюс — в сторону увеличения). Диапазоны «плюс-4» и «минус-4» означают значительное отклонение, а «плюс-5» и «минус-5» — запредельное отклонение от нозологической нормы параметра. Вопрос о нозологической норме и степенях отклонений от нее решается мнением экспертов.

Проблема использования подобных справочников состоит в необходимости разработки справочников для каждой нозологической формы заболевания, что может быть решено на основе нейросетевого подхода.

Методика визуализации неспецифических синдромов критических состояний, отработанная в отделении общей реанимации Пензенской ГКБ №6 им. Г.А. Захарьина, имеет положительное решение на полезную модель [4].

Пример разработанного протокола суточного мониторинга больного с критическим состоянием «ФИБ-2015-СТ» представлен на *рис. 1*.

Здесь применен подход, основанный на применении технологии когнитивной графики. В левой части показана динамика одного из 9 неспецифических синдромов (ОДН), причем при необходимости можно посмотреть динамику любого из 9 неспецифических синдромов. В правой части показана гемодинамика (красная кривая — АД, синяя кривая — ЧСС);

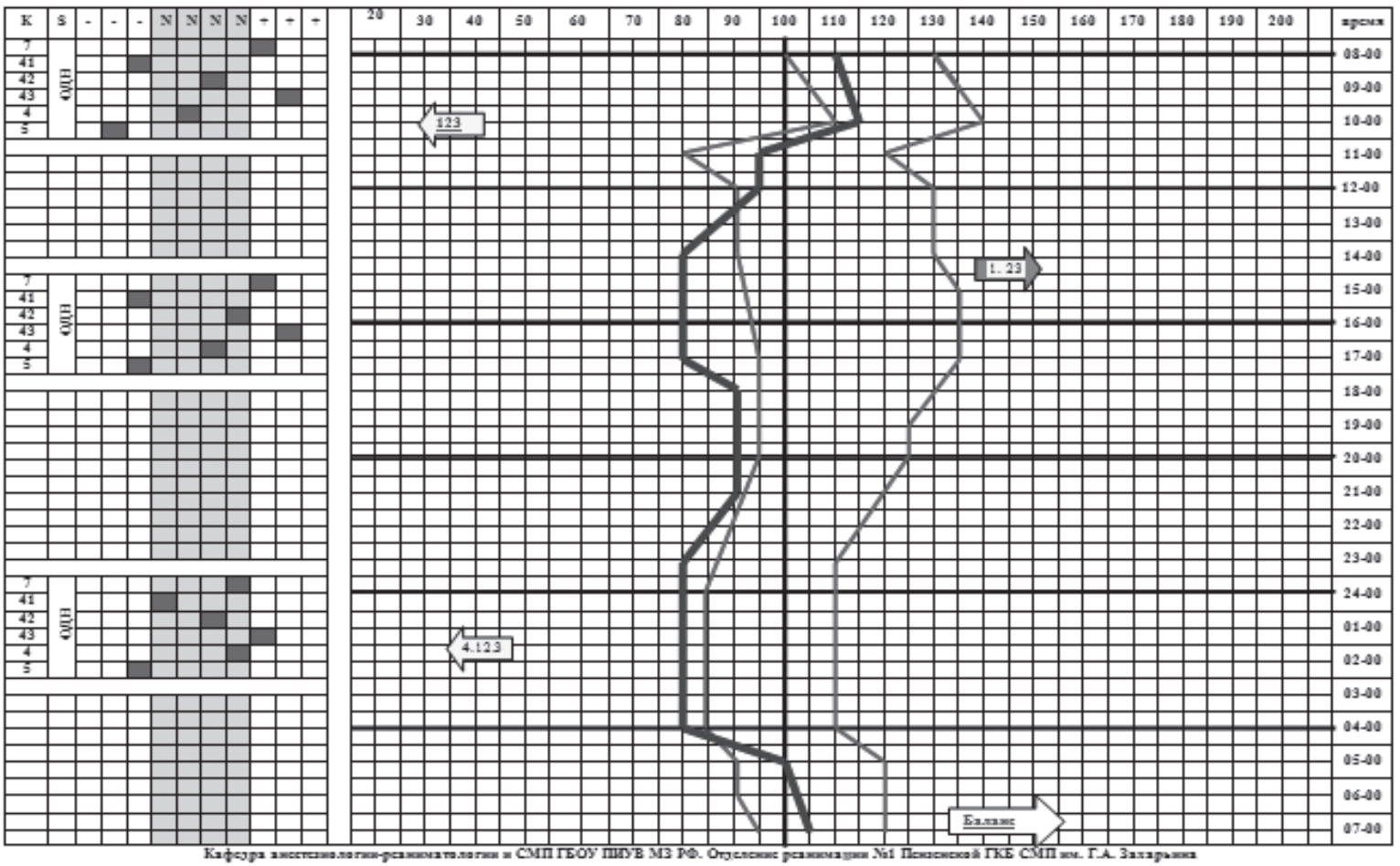


Рис. 1. Бланк протокола суточного мониторинга пациента с критическим состоянием «ФИБ-2015-СТ

проведенная интенсивная терапия (желтые стрелки); проведенные исследования (красные стрелки); баланс жидкости (белые стрелки). При необходимости можно отследить другие критические параметры, например, уровень сахара.

Таким образом, переход от привычного параметрического мониторинга пациента к синдромному мониторингу критического состояния на основе АРМ-РЕА потребует от разработчиков выполнения следующих основных требований:

1) протокол лечебно-диагностического процесса у пациента с критическим состоянием должен формироваться автоматически за определенный (заданный врачом) промежуток времени;
2) информация для полноценного функционирования АРМ-РЕА должна представляться реаниматологу в момент ее получения в круглосуточном режиме (с мониторов больного, результаты лабораторно-инструментальных методов исследования, заключения консультантов);
3) программный продукт должен иметь возможность провести подсчет тяжести состояния больного по любой из общепринятых шкал оценки тяжести состояния (APACHE-II, MODS 2, SAPS-II, SOFA и др.);
4) в целом программное обеспечение АРМ-РЕА должно обеспечить индивидуализацию лечебно-диагностического процесса строго для данного пациента и (в идеале) адаптацию для данного врача.
5) Работа с АРМ-РЕА потребует специальной подготовки медперсонала.

В целом, применение современных интеллектуальных технологий, а именно, когнитивного подхода к визуализации результатов синдромного мониторинга критического состояния на основе АРМ-РЕА, позволит обеспечить повышение оперативности, эффективности и качества оказания реанимационной помощи.

Литература

1. *Васильков В.Г., Сафронов А.И.* Синдромология критических состояний в клинической деятельности практического врача: Раздел 4: Опыт клинического использования синдромологии в медицине критических состояний // Медицинский алфавит № 33 / 2016, том № 4 Неотложная медицина. – С. 14–16.
2. *Васильков В.Г., Сафронов А.И.* Интенсивная диагностика в медицине критических состояний // Вестник интенсивной терапии, 2016. №1. – С. 35–37.
3. *Наумов Л.Б., Гаевский Ю.Г., Бессонов А.М., Меркушев В.В*. Распознавание болезней сердечно-сосудистой системы. Диагностические и тактические алгоритмы (программированное руководство). – Т.: Медицина. – 1979. – 338 с.
4. *Истомина Т.В., Сафронов А.И., Истомин В.В., Киреев А.В., Минкин А.В*. Положительное решение на заявку на полезную модель «Способ визуального представления множества параметров организма». Заявка № 2013140488/14(061598). Дата подачи заявки 02.09.2013.
5. *Сафронов А.И*. Интенсивная терапия критических состояний у больных гнойно-септическими заболеваниями с использованием информационных технологий. – Автореф. дисс. … д-р мед. наук. – Саратов, 2002. – 36 с.
6. *Сафронов А.И*. Введение в синдромологию критических состояний: учебное пособие для врачей медицины критических состояний. – Пенза: ГБОУ ДПО ПИУВ МЗ РФ, 2011. – 24 с.

Петрунина Е.В. «МГГЭУ» (e-mail: petrunina@mggeu.ru)
Савельева О.Н. «МГГЭУ» (e-mail:savelieva@mggeu.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ АССИСТИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ СТУДЕНТОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: *Целью данного исследования является анализ особенностей преподавания информационных технологий студентам с нарушением опорно-двигательной системы. Рассматриваются основные ассистирующие технологии, применение которых может существенно повысить эффективность образовательного процесса.*

Ключевые слова: *информационные технологии, образовательный процесс, студенты с ограниченными возможностями здоровья.*

EDUCATION PROCESS FOR DISABLED STUDENTS WITH VOILATION OF MUSCULOSKELETAL SYSTEM

Petrunina E.V., Savelieva O.N.,
«MGGEU»

Annotation: *The focus of this study is to analyze the application of information technologies in the education process for students with violation of musculoskeletal system. We discuss the advantages of using special information technologies in education processes. Obtained results show that proposed information technologies can be effectively applied in education.*

Keywords: *information technology, education process, disabled students.*

Образовательный процесс студентов с нарушением опорно-двигательного аппарата (НОДА) характеризуется определенными трудностями связанными с нарушениями моторики рук [1].

Огромный уровень трудности формирования и становления инклюзивного образования заставляет преподавателей находить инновационные технологии и способы их реализации. В научной и практической литературе под технологическими инновациями инклюзии в первую очередь имеют в виду ассистирующие технологии, информационно-компьютерные технологии (ИКТ), и технологии дополненной, улучшенной реальности. К инновационным технологиям формирования инклюзивного образования следует отнести ассистирующие технологии. Ассистирующие технологии – это специальное оборудование и программное обеспечение, существенно повышающее доступность ПК созданное для того, чтобы повысить эффективность образовательного процесса.

Целью данного исследования является анализ применения современных ассистирующих технологий, а именно альтернативной клавиатуры, в учебном процессе студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата представляют собой многочисленную группу лиц, имеющих различные двигательные патологии, что может проявляться в нарушении координации движения кистей и пальцев рук и, следовательно, затрудняет процесс ввода информации на клавиатуре.

Альтернативным решением для студентов, которые не могут пользоваться стандартной клавиатурой, может стать выбор одного из альтернативных вариантов клавиатуры. Среди бесспорных преимуществ данных устройств стоит отметить большие размеры, благодаря

которым люди со спастикой в руках, не координирующие свои движения, смогут работать без проблем.

Оснащение рабочего места техническими средствами позволяет частично или полностью компенсировать ограничения, связанные с нарушением функций опорно-двигательного аппарата: устройства управления компьютером, специальная клавиатура, альтернативные устройства ввода информации, джойстики, трекболы, головная мышь [2].

Современный рынок средств специальной клавиатуры не может похвастаться большим разнообразием технологических решений в этой области. Но данные технологии могут широко использоваться как в учебном процессе, так и в обычной жизни.

Альтернативная клавиатура работает со специальными накладками, которые предотвращают случайное нажатие на клавиши и снижают вероятность неправильного ввода исходных данных. Данная клавиатура характеризуется увеличенным размером клавиш, расстоянием между клавишами, а также наличием накладок, что упрощает процесс ввода информации для лиц с нарушением моторики рук. Таким образом, студенты с НОДА при использовании специальной накладки могут работать с клавиатурой без риска нажатия на неправильные клавиши или несколько кнопок одновременно, так как специальные перегородки предотвращают такие действия

В рамках данного исследования были проанализированы особенности обучения информационным технологиям и программированию студентов, с различными нарушениями моторных функций, факультета прикладной математики и информатики по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника». Анализ проводился на группе студентов, которые имеют заболевание опорно-двигательной системы.

В ходе исследования проводилась оценка временных характеристик разработки алгоритма и создания программы студентами с НОДА и без нарушений [3], результаты которых представлены на *рис. 1* на обычной и альтернативной клавиатуре. Для анализа были выбраны следующие этапы работы:

1. Разработка алгоритма.
2. Создание программы на языке программирования высокого уровня.

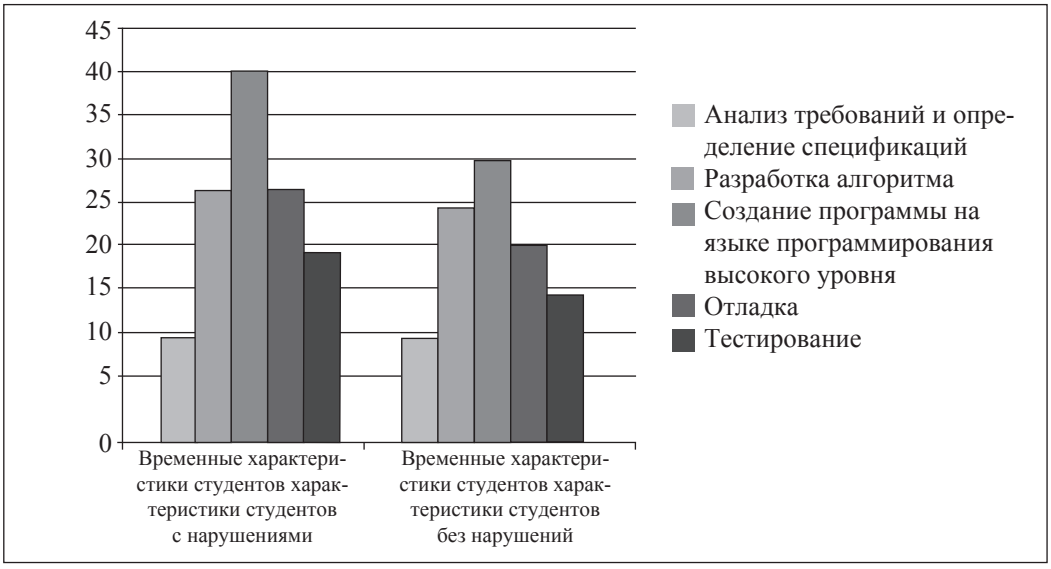


Рис. 1. Временные характеристики разработки алгоритма и создания программы студентами с НОДА и без нарушений

3. Отладка.
4. Тестирование.

Полученные результаты временных характеристик каждого этапа разработки алгоритма и создания программы с использованием альтернативной клавиатуры и без нее представлены на *рис. 2*.

Рис. 2. Этапы разработки ПО студентами с НОДА

На данной диаграмме приведены временные характеристики разработки алгоритма и создания программы студентов с нарушениями моторных функций.

Таким образом, из приведенных данных следует, что студенты с нарушениями моторных функций работая с обычной клавиатурой затрачивают на 23% больше времени на создание, отладку и тестирование программы, чем студенты которые работали с альтернативной клавиатурой.

Необходимо также отметить, что применение альтернативных средств ввода информации облегчает процесс ввода, отладки и тестирования программы. Но особенности мелкой моторики рук студентов с НОДА проявляются не только при вводе информации, а также при исправлении ошибок в программе. Некоторым студентам бывает трудно отпускать клавиши после нажатия, в результате чего они вводят много ненужных знаков или случайно нажимают на лишние клавиши, пока выбирают нужную букву. Итоговые временные диаграммы распределения времени на разработку программного обеспечения с применением альтернативной клавиатуры и без нее представлены на *рис. 3*.

Исходя из этого, в качестве оптимального средства для ввода информации в компьютер необходимо использовать альтернативную клавиатуру и интерактивные сенсорные экраны с большим размером окна, которые позволят расширить возможности студентов с НОДА по редактированию введенной информации.

Полученные данные приводят к выводу о том, что ассистирующие технологии представляют эффективное средство эмпирического познания для студентов с моторными нарушениями. Ассистирующие технологии позволяют снимать или облегчать физические затруднения, которые имеет обучающийся, препятствующие получению равного доступа к образованию.

В результате проведенного исследования проблем подготовки студентов с нарушением опорно-двигательной системы установлено, что применение альтернативной клавиатуры

можно рассматривать, как одно из наиболее приемлемых из существующих средств инклюзивного обучения.

Литература

1. *Саркисян Л.А., Латышева Т.Х., Белозеров Э.К., Государев Н.А., Корягин Н.А., Олесов Е.Е., Чураков В.В.* Лечебная педагогика. – М., 2000.
2. *Зинченко С.С*. Дистанционное обучение детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Молодой ученый. – 2015. – №2. – С. 523–525. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL https://moluch.ru/archive/82/14941/ (дата обращения: 18.10.2018).
3. *Петрунина Е.В., Савельева О.Н*. Формирование профессиональных компетенций при изучении IT-дисциплин у студентов с нарушением опорно-двигательной системы средствами имитационного моделирования. Человек. Общество. Инклюзия. №1(29) 2017. – С. 133-137.

Ben Khalifa Aymen «Penza state yniversity»
Mohamed Mehdi Mahmoud «Penza state yniversity»
Mohamed Amine Hamrouni «Penza state yniversity»

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ И ПРЯМОЙ МЕДИА-ИНТЕРФЕЙС (DMI)

Аннотация: *В статье рассматриваются этические уровни использования информационной компьютерной поддержки в медицине, гарантирующей те же ценности, что и другая поддержка, будь то, словесная, рукописная.*

Ключевые слова: *медицина, информационные технологии. этика, хранение электронной информации, передача данных.*

Ben Khalifa Aymen «Penza state yniversity»
Mohamed Mehdi Mahmoud «Penza state yniversity»
Mohamed Amine Hamrouni «Penza state yniversity»

INFORMATION TECHNOLOGIES IN MEDICINE AND DIRECT MEDIA INTERFACE (DMI)

Annotation: *The article deals with the ethical levels of the use of information computer support in medicine, which guarantees the same values as other support, whether verbal or handwritten.*

Keywords: *medicine, information technologies. ethics, electronic information storage, data transfer.*

Этические проблемы, возникающие при компьютеризации медицинского файла, многочисленны и крайне сложны.

Наиболее важными являются следующие вопросы.

1) Можно ли хранить электронную информацию о пациентах?
2) Нужно ли подписывать соглашение пациентом по этому вопросу?
3) Кто должен иметь доступ и к какой информации?
4) Где должны быть установлены ключи доступа?
5) Кто остается владельцем ключей доступа?
6) Если врач вне зоны доступа, кто будет иметь право доступа к файлам, имеет ли он право не зашифровать их и т.д. ...

Использование компьютеризированного медицинских файлов в больничном отделении порождает проблемы, которые намного сложнее, чем когда они просто используются в городской практике. Претензия на основанный на данных о пациентах целостный подход к DMI на базе больницы создала огромное количество информации, которая отсутствует в стандартной, более формализованной медицинской карте. Эти данные также очень чувствительны, выходят далеко за пределы физической сферы и вторгаются в этическую. В междисциплинарном подходе, в котором активно участвуют не только врачи, но также технические специалисты и менеджеры, также возникают конкретные вопросы: кто может получить доступ, к какой информации и при каких условиях?

В процессе этого анализа приведем некоторые элементы размышления, которые помогут нам ответить на заданные вопросы.

Бумажная папка или компьютеризированный файл

Рассмотрим основные реимущества компьютеризированной записи:

- информация кажется более доступной: она видна на экране,
- защита данных более эффективна с помощью системы ключей,
- облегчается воспроизведение и передача информации,
- значительно облегчается перепись данных.

Для профессионалов в области здравоохранения использование информации, содержащейся в компьютеризированной записи, обычно не слишком сильно отличается от использования информации, содержащейся в бумажном файле.

Иногда эти различия действительно важны. Некоторые операции в области исследований, например, настолько сложны, что только компьютер позволяет осуществлять реальную реализацию. Но эти отличия остаются количественными.

Однако для пациента компьютер может восприниматься как угроза. Пациент может овладеть письмом, потому что он вообще знает технику, но чувствует недоверие в отношении компьютерной науки. С другой стороны, бумажный объект виден ему, он осязаем, в отличие от компьютерного объекта, способного мгновенно распространять информацию о пациенте в больших сетях, которые он не контролирует.

Правовые положения в Европе, касающиеся хранения медицинской информации, требуют, чтобы пациент был проинформирован о существовании этого хранилища и его содержимого. Если есть передача данных или управление этими данными не практикующим специалистом, требуется письменное разрешение пациента.

Напомним, что так, как медицинская конфиденциальность находится в личной заинтересованности больного, то это также общая обязанность врача, чья миссия по обеспечению надлежащего медицинского обслуживания основана на возможности установить доверительные отношения с пациентом.

На этическом и этическом уровне использование компьютерной поддержки должно гарантировать те же ценности, что и другая поддержка, будь то рукописный, набранный, словесный и другой объект.

Содержимое компьютерного файла

Обычно файл содержит две части информации – административную и содержательную, рассмотрим их подробнее.

1. **Административная часть файла,** содержащая данные идентификации и управления (личность, адрес, дата рождения, пол, контактные данные).

Обычно она содержит социально-экономические данные: занятость, уровень образования, национальность, место рождения человека, его предки, религия, владение устными и письменными языками и т.д. Эти данные должны быть объективными, они обычно предоставляются самим пациентом. Во Франции, например, согласно закону об охране частной жизни, пациент должен иметь доступ к этим данным, чтобы иметь возможность проверять и исправлять их. Он также имеет право на конфиденциальность этих данных, которые могут использоваться и передаваться только в рамках контрактов, в соответствии с которыми они были предоставлены: управление своим здоровьем пациент доверяет только тем лицами, которых он выбрал для этой цели.

Из этой части файла мы понимаем, что некоторые данные чувствительны, и, прежде всего, это социально-экономические данные. Возникают два аспекта: собираются ли социально-экономические данные для определения условий жизни пациента и их потенциального воздействия на их здоровье или они могут использоваться для научных исследований.

Где предел объективности этих данных в этих целях? Например, сексуальные привычки, как правило, отсутствуют в списках данных: в контексте их воздействия на здоровье можно было бы очень хорошо подумать, рационально ли их отбрасывать ...

Другим примером двусмысленности является упоминание религии или расы. Если нам кажется, что данная административная система нейтральна, то она не всегда была такой, и сегодня она - не то же самое в других местах. Трудность состоит именно в том, что никакие данные не являются чисто административными.

С другой стороны, нас больше всего интересует не религия, а поведение, образ жизни пациента, его отношение к важным событиям от рождения до смерти, которые мы можем найти в этих данных. Это не так нейтрально, как кажется на первый взгляд.

Таким образом, «предел нейтральности» так называемых социально-экономических данных не содержится в самих данных, а в значении, данном ему пациентом, и в том, что мы делаем из этого. Это значение и это использование, безусловно, неопределенно априори, но эти данные не могут считаться нейтральными и должны быть защищены.

Пациент, как правило, мало возражает против предоставления этих типов информации, он удивляется, и не более. Фрагментарный характер сбора этой информации часто делает невозможным восприятие ее систематизации («сбор урожая» происходит естественно). Знает ли человек четкое назначение этого урожая? Знает ли он, какую цель он имеет? Знает ли он свое право контроля, есть ли реальная возможность использовать его?

Уже сегодня представляется, что только идентификационные данные можно считать нейтральными. Это единственная часть данных, которую можно рассматривать как «автоматическую» часть молчаливого договора, принятого пациентом, просто путем консультаций, особенно в контексте заботы о социальном обеспечении. Поэтому так называемая административная часть должна быть ограничена этими данными. Обычность других данных, называемых социально-экономическими, не должна скрывать того факта, что они уже являются частью прав, «предоставленных» пациентом.

Следует отметить, что на этом этапе пациент имеет право отказаться или замаскировать эту информацию, если он этого пожелает: человек может отказаться от любого контакта с ним.

Таким образом, вопрос «можем ли мы хранить электронную информацию, касающуюся пациента», может сохранить термин «электронный». Пациент имеет право отказаться от записи в какой-либо форме каких-либо данных о нем. Он вернулся к тем нравам, которые ухаживают за хранителями: это негласное соглашение, в котором пациент видит свои собственные интересы, которые должны хорошо заботиться. Файл представляется ему как инструмент, гарантирующий качество предоставляемой помощи. Реальный вопрос: насколько далеко идет это молчаливое соглашение?

2. Сам медицинский файл, содержащий несколько типов данных:

- что говорит пациент: жалобы, пояснения,
- что записывает врач: клинический осмотр и т.д.,
- что достигнуто: протоколы, мнения и т.д.,
- что делается: диагноз, прогноз, лечение, выдача документов,
- что думает врач (гипотеза, впечатления, вопросы); здесь также законно задаваться вопросом: эти данные являются частью записи так же, как и предыдущие.

Пациент имеет право на конфиденциальность всех этих данных: их можно использовать только с его согласия, и только в рамках миссии по уходу за больным они передаются специалистам, идентифицированным и выбранным самим пациентом.

Эти два условия неотделимы: врач не имеет права использовать или передавать эти данные вне миссии по лечению, даже если пациент согласен. (Пациент не может разрешить врачу разгласить тайну!).

Поэтому эти данные должны быть защищены каким-либо образом.

Насколько далеко идет молчаливое согласие пациента относительно записи этих данных?

Таким образом, это соглашение скорее вопрос морали. «Считается нормальным», что фиксируются объективные данные файла: причины для консультаций, жалобы, результаты тестов, протоколы, методы лечения и т.д. Пациент осознает, что эти элементы записаны и сохранены. Что происходит, когда пациент не хочет хранить эти данные? Он может сообщить об этом, потребовать, чтобы эти данные не записывались.

Врач должен быть настороже, слушая пациента, чтобы понять его существование проблемы. Это внимание может противоречить его обычному подходу, который предполагает сбор оптимального количества информации. Вот почему мы должны помнить о важности переговоров во всем медицинском процессе. Только систематические переговоры, основанные на понятных объяснениях, будут поддерживать это право пациента. Если пациент не может сообщить, будь то невежество, скромность или страх, нужно замечать то, что он хочет сохранить по своему усмотрению, и тогда его единственной альтернативой будет избежать лжи, отрицания, или отказа.

Если мы примем это рассуждение относительно так называемых объективных медицинских данных, тем более то же самое относится к области частной жизни. Тем более, что тот, кому раскрывают личную историю, сохраняет ее в файле. Однако ухаживающие за больными, особенно если они практикуют глобальную медицину, не всегда полностью осознают это. Тем более, что конфиденциальность для пациента может стать объективным элементом для врача: например, контакты заразного человека, пребывание в тюрьме и т. д. Для любых данных (порядка частной жизни) их сохранение не может обойтись без одобрения пациента (так же как и их передача).

Окончательный уровень заметок касается отражений практикующего. Заметки часто очень полезны, памятная записка, руководство по пути, инструмент поддержки, неопределенности или необоснованные предположения, которые не всегда желательно информировать пациента. В качестве инструмента практик имеет право на эти заметки для личного использования. Допустимо ли, что эти заметки выходят за рамки этого личного использования, и поэтому их место в компьютерном файле?

Давайте рассмотрим аргументы против: они являются персональными заметками для практикующего, субъективными и не являются частью файла как такового. Поэтому они «вытекают из файла». В этом случае, что гарантирует их конфиденциальность? И где их поставить: будет ли «двойная» папка? Разве не представляется более реалистичным представлять пространство файла, зарезервированного для этих рассуждений, пространство, принадлежащее только практикующему, к которому только он получит доступ, за исключением любого другого человека, включая пациента?

В любом случае, если практические соображения поощряют размышления практикующих об их записях, эти заметки должны обладать, по крайней мере, уровнем «личной» защиты, которая не допускает неконтролируемого доступа других участников без конкретного согласия практикующего врача и даже пациента, если он, конечно, будет идентифицирован.

В том же духе есть данные «о том, что нехорошо сразу говорить пациенту», которые должны созревать, прийти в определенное время: они, безусловно, заслуживают особой защиты.

Из вышесказанного следует, что все данные пациентов должны быть защищены, в том числе от несанкционированного контакта. Общий доступ к данным, от архивных комнат до компьютерных программ, должен гарантировать их конфиденциальность.

Негласное соглашение, о котором мы говорили выше, позволяет получить доступ к чистым административным данным любому лицу, которое должно вмешаться в аспект решения проблемы, вызванной пациентом, от врача до принимающего и сотрудника. Взаимная ответственность за управление операциями имеет место в рамках медицинского страхования.

Для любых других данных правило конфиденциальности должно привести к размышлению.

Наиболее важно следующее:

- доступ к данным разрешен только тем, кто должен использовать их в рамках миссии по уходу;
- доступны только данные, полезные для данной миссии;
- пациент согласился на вмешательство конкретных людей в этом контексте.

Медицинская практика, как правило, решает эту задачу, указав, что пациент подписывает стандартную форму, заявляя о своем согласии на любую передачу данных внутри больницы в рамках миссии по уходу без дальнейших подробностей. На самом деле эта форма является пустой проверкой, предотвращающей какой-либо контроль или противодействие со стороны пациента, и не гарантирует, что только те, кто участвует в лечении, будут иметь доступ только к необходимым данным. Каждый понимает причину: любая задержка в передаче данных представляет собой «техническое» препятствие для обычной работы больничных учреждений, потенциальную опасность для качества ухода и пустую трату времени ухаживающих за больными. Эффективность работы больниц будет снижаться, если пациенты должны будут соглашаться на каждую передачу личных данных, при которой должны быть очень подробно указаны все эти сведения.

Литература

1. http://stim-tunis.tripod.com/PRINCIPAL/INFORMATIQUE/deontologie_dmi.htm
2. Tunisia health. -Monastir, Ceres editions, 2010.
3. http://www.irdes.fr/english/conferences-and-workshops/enrghi-15th-emerging-new-researches-in-the-geography-of-health-and-impairment-conference-10-june-2010/poster-mejri.pdf/
4. http://stimtunis.tripod.com/PRINCIPAL/INFORMATIQUE/deontologie_dmi.htm

Широков А.С. «НИУ МЭИ»

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО ФИЛЬТРА ПОМЕХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫДЕЛЕНИЯ КОНТУРОВ В СИСТЕМАХ КОМПЬТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Аннотация: *Предлагается алгоритм устранения помех изображения при выделении контуров с использованием средств компьютерной математики Maple и свойств интерполяционного многочлена Лагранжа.*

Ключевые слова: *зрение, компьютер, помехи, распознавание, контур, фигуры.*

Shirokov A.S. «NIU MEI»

THE APPLICATION OF INTERPOLATING FILTER OF INTERFERENCE TO SOLVE THE PROBLEM OF DISTRIBUTING THE CONTOURS IN THE SYSTEMS OF COMPUTER VISION

Annotation: *An algorithm is proposed for eliminating image noise during contour extraction using Maple computer math tools and Lagrange interpolation polynomial properties.*

Keywords: *vision, computer, interference, recognition, contour, figures.*

Одной из важнейших составляющих современных задач в системах компьютерного зрения является проблема распознавания изображений различных объектов. Для решения этой задачи используют выделение контуров объектов, например, с помощью фильтра Собеля [1–6].

Принцип работы фильтра Собеля заключается в дискретном дифференцировании функции распределения интенсивностей пикселей, находящихся под специальными масками A_1 и A_2, которые являются взаимно транспонируемыми матрицами [7, 8].

Но, несмотря на современное развитие техники, в процессе получения изображения возможно образование различных дефектов или помех. В задаче выделения контуров это может приводить к существенным искажениям границ объектов, добавлению новых контуров. В связи с этим возникает необходимость устранения возникших помех в исходном изображении.

Рассмотрим, например, шумы в виде тонких линий толщиной в один пиксель (*рис. 1*). Непосредственное применение фильтра Собеля дает лишние контуры (*рис. 2*).

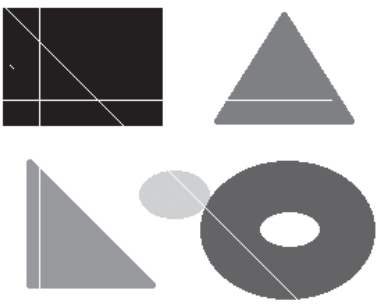


Рис. 1. Исходное изображение с помехами

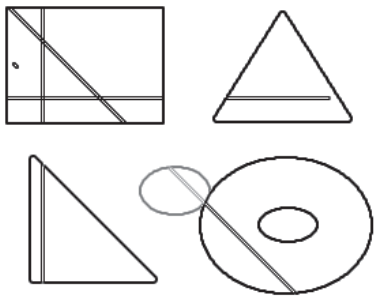


Рис. 2. Изображение, полученное после применения фильтра Собеля с лишними контурами, порожденными помехами

Полагаем, что при выделении контуров в большей степени значение имеет не конкретный цвет фигур, а их различие. Это обстоятельство позволяет нам перевести цветное изображение в черно-белое. Исходя из цветовой гаммы измененного изображения у всех пикселей интенсивность будет варьироваться в интервале от 0 (черный цвет) до 1 (белый цвет). Данным действием мы уменьшаем занимаемый изображением объем памяти, сохраняя при этом различие цветов. Это позволит нам отличить одни объекты от других даже при наличии общих точек соприкосновения.

Для фильтрации помех вначале проводим сканирование по горизонтали. Определяем наличие помехи последовательным набором из трех пикселей, в котором средний имеет значение 1, а два других отличное от него значение. Похожее, достаточно удачное условие нахождения помехи применяется в пороговом фильтре [9]. Далее исправляем значение среднего пикселя на правильное, используя интерполяционный многочлен Лагранжа [10, 11]:

$L(x) = \sum_{i=0}^{n} f(x_i) l_i(x)$, где n — степень полинома $L(x)$;

$f(x_i)$ — значение интерполирующей функции $f(x)$ в точке x_i;

$l_i(x)$ — базисные полиномы, определяемые по формуле

$$l_i(x) = \prod_{j=0, j\neq i}^{n} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}. \quad (1)$$

Действие данного многочлена позволяет определить приближенную математическую функцию, описывающую распределение значений ряда, и найти ранее неизвестное значение в заданной точке.

Аналогичное сканирование проводим по вертикали.

В системе компьютерной математики Maple [12,13] используемый алгоритм поиска и устранения помех при сканировании по горизонтали выглядит следующим образом:

```
>for i from 2 to h-1 do
> for j to w do
> if img1[i-1,j]<>1 and img1[i,j]=1 and img1[i+1,j]<>1 then  # производим поиск и выделение помехи
>  img1[i,j]:=0:  # меняем цвет пикселя помехи на черный, чтобы в дальнейшем «высветлить» до необходимого значения интенсивности
>  n1:=min(i-1,3): n2:=min(h-i,3):
>  for k from i-n1 to i+n2 do     # реализуем подсчет правильного значения поврежденного пикселя через интерполяционный многочлен Лагранжа
>   L[k]:=1:
>    for r from i-n1 to i+n2 do
>     if r<>k and r<>i then
>      L[k]:=L[k]*(i-r)/(k-r):   # базисный полином (1); для удобства восприятия в программе l[k] заменено на L[k]
>     fi:
>    od:
>   L[i]:=0:    #для отсутствия ошибки в решении обнуляем базисный полином пикселя помехи
>  img1[i,j]:= img1[i,j]+img1[k,j]*L[k]:
>  od:
```

> fi:
> od:
>od:

где w и h ширина и высота исходного изображения соответственно, которые дают операторы:

```
w:=Width(img0);  h:=Height(img0);
```

Рис. 3. Результаты фильтрации помех в исходных изображениях

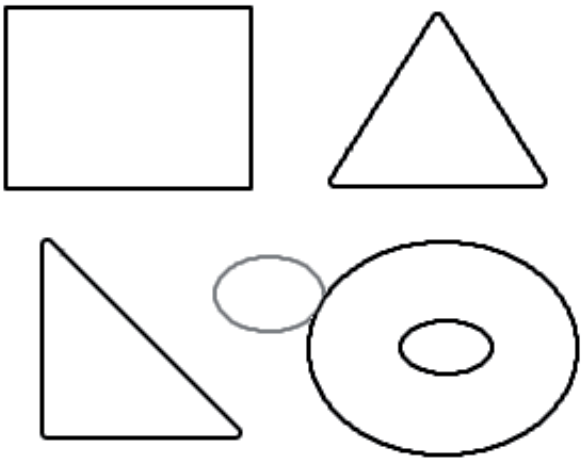


Рис. 4. Контуры, полученные после фильтрации помех

n1, n2 — регулируемые параметры скорости и точности исправления цвета помехи.

В ряде случаев результат сканирования с высокой или низкой точностью не имеет различий для решения поставленной задачи. При этом важно заметить, что в области большого количества помех интерполяционный фильтр с увеличение параметров точности n1, n2, проигрывает в реальной точности исправления, по сравнению с меньшим значением указанных параметров. При определении контуров в основном хватает ограничения точности максимально в 6 (n1 + n2) пикселей.

Стоит отметить, что небольшой модификацией условия выбора параметров n1, n2 и области действия фильтра (пределы параметров *i* и *j*) можно добиться оптимального алгоритма для решения конкретной задачи. Это позволяет использовать интерполяционный фильтр для решения большого числа задач компьютерного зрения.

Одной из важных особенностей интерполяционного фильтра является высокая точность определения цвета исправляемых помех. Данное свойство позволяет корректно определять границу раздела нескольких объектов с общим соединением контуров и восстанавливать картины с переходом одного оттенка цвета в другой. Это позволяет расширить область ис-

пользования данного фильтра от задачи устранения помех для выделения контуров до восстановления повреждённых изображений к их первоначальному виду.

Предложенный алгоритм может быть использован как в робототехники, так и в системах абилитации для незрячих.

Литература

1. *Kirsanov M*. Algorithm of noise filtering in the problem of extracting the image contour for the system of artificial vision of robots//Постулат. 2018. № 7 (33). – С. 15.
2. *Kanopoulos N., Vasanthavada N., Baker R.L*. Проектирование фильтра обнаружения краев изображения с использованием оператора Собеля / / IEEE Journal of solid-state circuits. 1988. – Т. 23. – №. 2. – С. 358–367.
3. *Wang Z.* et al. Image segmentation of overlapping leaves based on Chan-Vese model and Sobel operator //Information processing in agriculture. 2018. – Т. 5. – №. 1. – С. 1–10. https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.09.005.
4. *Кирсанов М.Н.* Модификация и анализ фильтров выделения контуров изображений // Вестник государственного университета морского и речного флота им. Адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 5 (33). – С. 201–206.
5. *Груничев А.В., Демкин Д.В., Кирсанов М.Н*. Детектирование границ объекта методом пороговой фильтрации карты насыщенности цветного изображения //Инновационные информационные технологии. 2013. – Т. 2. – № 2. – С. 183–187.
6. *Park R.H*. Комплекснозначные маски признаков путем направленной фильтрации 3 × 3 compass feature masks // Pattern analysis and applications. 2002. – Т. 5. – №. 4. – С. 363–368.
7. *Кадымов В.А., Кирсанов М.Н*. Математическая модель и схема реализации тактильного зрения для незрячих // Человек. Общество. Инклюзия. 4(32) 2017. – С. 125–130.
8. *Кадымов В.А., Кирсанов М.Н*. Построение системы искусственного зрения для незрячих // В сборнике: Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017) II Всероссийская конференция. 2018. – С. 59–65.
9. *Кирсанов М.Н.* Пороговый фильтр выделения контура изображения в системах искусственного зрения // В сборнике: Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017) II Всероссийская конференция. 2018. – С. 66–69.
10. *Вержбицкий В.М*. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения). – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2005.
11. *Ващенко Г.В*. Вычислительная математика. Основы алгебраической и тригонометрической интерполяции //Современные проблемы науки и образования. – 2009. №. 1. – С. 54–55.
12. *Кирсанов М.Н*. Maple и Maplet. Решение задач механики. – СПб.: Лань, 2012. – 512 с.
13. *Голоскоков Д.П*. Практический курс математической физики в системе Maple. – СПб.: ПаркКом, 2010. – 644 с.

Лю Бо, Чэнь Цзин,
(Школа иностранных языков «Оуцзя» (Ojha),
Китай, провинция Шаньси г. Тайюань, район Хинхюлинь),
Белоглазов А.А., Белоглазова И.А. «МГГЭУ»,
Белоглазова Л.Б. «РУДН».

ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ СМЕШАННЫХ ГРУПП СТУДЕНТОВ С ОСОБЫМИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ В УСЛОВИЯХ ВУЗА

Аннотация: *В статье актуализируется проблема обучения студентов с особыми образовательными потребностями в условиях российских вузов. Автор подходит к решению данной проблемы через анализ практического опыта, реализуемого в вузах России, для обучения студентов с ограниченными возможностями здоровья и студентов — граждан иных государств, общая специфика образовательных потребностей которых позволяет вузу осуществлять образовательную интеграцию путем формирования смешанных групп — студентов-иностранцев и студентов с ограничениями в состоянии здоровья. В статье приводится опыт реализаций образовательной интеграции для данной категории лиц в ведущих вузах России с привлечением информационных технологий как условия фасилитации, адаптации, коммуникативной и ассистивной поддержки данных студентов в условиях новой образовательной среды.*

Ключевые слова: *иностранные студенты, студенты с особыми образовательными потребностями, студенты с ограниченными возможностями здоровья, российские вузы, информационные технологи в обучении, смешанные группы.*

FEATURES AND METHODS OF TEACHING STUDENTS MIXED GROUPS WITH SPECIAL EDUCATIONAL NEEDS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

(ON THE EXAMPLE OF MIXED GROUPS OF FOREIGN STUDENTS AND RUSSIAN STUDENTS WITH DISABILITIES)

Full name of the author, academic degree, academic title, position, full name of the educational institution, city

Annotation: *The article actualizes the problem of teaching students with special educational needs in the conditions of Russian universities. The author approaches the solution of this problem through the analysis of practical experience implemented in universities in Russia for teaching students with disabilities and students - citizens of other countries, the general specifics of whose educational needs allows the university to carry out educational integration by forming mixed groups — foreign students and students with health restrictions. The article presents the experience of the implementation of educational integration for this category of persons in leading universities in Russia with the involvement of information technology as a condition for facilitating, adapting, communicative and assistive support for these students in the new educational environment.*

Keywords: *foreign students, students with special educational needs, students with disabilities, Russian universities, information technology in training, mixed groups.*

На современном этапе развития системы высшего образования формирование толерантной образовательной среды продиктовано ситуацией эскалации роли образовательной интеграции, касающейся реализации прав обучающихся, имеющих различные ограничения в

состоянии здоровья (далее ОВЗ), на получение высшего образования в условиях вуза. Такая ситуация предопределила необходимость увеличения и развития возможностей российских вузов в обучении студентов, относящихся к категории лиц с особыми образовательными потребностями.

Наряду с актуализацией данной проблематики, требующей для своего решения как теоретических изысканий, так и практической разработки методологических путей удовлетворения потребностей в обучении данной категории граждан, к группе студентов с особыми образовательными потребностями стали относить и иностранных граждан, обучающихся в условиях российских вузов. Данная ситуация в системе российского образования сложилась в связи с расширением границ международного сотрудничества, а также влиянием социокультурной, экономической и политической интеграции, что предопределило приток студентов-иностранцев в образовательные учреждения России. Необходимо отметить, что в ряде стран (Китай, Узбекистан, Таджикистан, Казахстан и др.) профориентационная политика предусматривает целенаправленное обучение своих граждан в вузах иных государств, что, в свою очередь, объясняет увеличение числа иностранных студентов, обучающихся в российских вузах. Это становится тенденцией, определяющей поиск возможностей российских вузов в расширении условий осуществления реализации образовательных потребностей данных студентов.

Как известно, принадлежность иностранных студентов и студентов с ОВЗ к группе лиц с особыми образовательными потребностями определена сходством некоторых условий их пребывания в образовательной среде вуза. Так, например, и та и другая категории студентов испытывают достаточно серьезную необходимость в адаптации к условиям новой образовательной среды. И студенты-иностранцы, и студенты с ОВЗ нуждаются в преодолении коммуникационных барьеров в процессе обучения, а также имеют ряд потребностей, заключающихся в сопровождении их в процессе учебной деятельности, потреблении ассистивной и фасилитационной функций. В связи с этим, сходство некоторых условий в процессе обучения данных категорий студентов предопределяет ряд возможностей их совместного обучения на определенных этапах получения высшего образования и начальной профессиональной самореализации. Данная ситуация существенно расширяет возможности российских вузов в плане методологических подходов к учебному процессу, которые на сегодняшний день успешно реализуются в рамках образовательных программ российский вузов Москвы, Санкт-Петербурга и остальных регионов Российской Федерации.

Актуальность данной проблематики на сегодняшний не только не исчерпала себя, но и испытывает неуклонную тенденцию к возрастанию. Так, от образовательного опыта сегрегации для категорий студентов с различными проблемами в состоянии здоровья практика вопроса стала рассматриваться в рамках всевозможных форм образовательной интеграции.

На сегодняшний день эта проблема является ключевой для многих исследователей. Так, например, опыт российских вузов по созданию инклюзивной образовательной среды изложен в работах Е.П. Збировской, Е.А. Тарасенко [4].

Проектированию образовательной среды, удовлетворяющей потребностям студентов с ограниченными возможностями здоровья в адаптации, социокультурной интеграции, образовании и пр., рассмотрены в трудах Е.А. Афанасьевой, Е. Ярской-Смирновой, П. Романовым, Д.В. Зайцевым, Ю.А. Кальгиным, Е.Л. Симатовой и др. [2; 3; 6; 8; 10].

Использование потенциала информационных технологий в контексте электронного обучения для студентов с особыми образовательными потребностями раскрыто в исследованиях Е.Д. Исаковой, Е.А Волкова, М.А. Рощиной, В.И. Швецова и др. [5; 9].

Использование возможностей информационных технологий и сети-Интернет в обеспечении психолого-педагогической поддержки, сопровождения и решения образовательных задач для рассматриваемой категории студентов в рамках дистанционного обучения, обуче-

ния на платформе Moodle, позволяющих реализовать особую специфику образовательного маршрута данных студентов, раскрывает новые возможности для поиска методологических механизмов для удовлетворения равного и продуктивного доступа данной категории студентов к инфраструктуре и образовательным ресурсам, а также дополнительным методико-технологическим мерам, облегчающим создание поддерживающего окружения в процессе обучения в вузе [4].

Возможности информационных технологий в процессе обучения в вузе представляют и расширение условий образовательной интеграции студентов, позволяющей объединять в процессе учебной деятельности студентов-иностранных граждан и студентов с ОВЗ. Это становится возможным благодаря формированию особой образовательной среды, в рамках которой взаимодействие студентов-иностранцев и студентов с ОВЗ не только не ограничивает условия реализации из образовательных потребностей, но и улучшает процесс адаптации, расширяет границы поликультурного взаимодействия, позволяет проявиться все факторам толерантного образовательного пространства и, что самое главное, увеличивает возможности повышения степени освоения образовательных программ на основе фасилитирующего фактора коммуникационного взаимодействия в обучении, ускоренной адаптации, снижении фрустрации и мн. др.

Обучение таких смешанных групп студентов позволяет более эффективно реализовать задачи кадрового обеспечения в процессе обучения. Например, преодоление языковых барьеров может наиболее результативно происходить в совместном общении и обучении иностранных студентов с российскими студентами, имеющими отклонения в работе зрительного и слухового анализатора. Процесс адаптации к новым условиям образовательной среды, налаживанию дружественной обстановки и контактов в общении может быть реализован в рамках взаимопомощи студентов с ОВЗ иностранным гражданам, обучающимся в российских вузах.

Все эти методологические решения, охватывающие совместное обучение и общение в рамках внеучебной деятельности, основаны на реализации таких особенностей как:

- желание иностранных студентов и студентов с ОВЗ в проявлении своих способностей с целью достижения намеченных целей;
- фасилитация коммуникативного взаимодействия (например, слабовидящих студентов и студентов-иностранцев, оказывающих взаимную информационную и ассистивную помощь друг другу при обучении);
- взаимная поддержка, осуществляемая в контексте реальных взаимоотношений;
- более быстрое достижение прогресса в процессе обучения и мн. др. [4; 8; 10].

Анализ практического опыта реализации совместного обучения лиц с особыми образовательными потребностями в российских вузах показывает, что студенты данных категорий с целью повышения качества учебной деятельности предпочитают предоставление учебной информации в электронном виде. И студенты-иностранцы, и студенты с ОВЗ выражают желание к информационным методам обучения в связи со спецификой процесса адаптации в образовательной среде вуза, а также преодоления трудностей, возникающих в связи с коммуникативными барьерами.

Так, например, в НИУ ВШЭ задачи информационного подхода в отношении иностранных студентов и студентов с ОВЗ решаются, по отзывам самих студентов, в достаточном объеме. Соединение данных студентов в смешанные группы определяется, исходя из выяснения общих проблемных аспектов (например, методика преподавания учебных предметов для студентов с нарушениями слухового анализатора, включающая более медленную подачу материала, снижение скорости проговаривания и сопровождения лекции показом благотворно сказывается и на обучении студентов-иностранцев, задача которых стоит в преодолении языкового барьера при изучении учебных дисциплин. Использование средств

информатизации позволяет сделать обучение смешанной группы боле автономным, прибегать к многократным повторным выполнениям учебных заданий с возможностью оперативного исправления ошибок и т.д. [4].

Тем не менее, есть случаи, когда студенты данных категорий отмечали недостаточность обеспечения учебного процесса информационными средствами для решения задач тифлопедагогики, в связи с чем деятельность административно-преподавательского корпуса в создании соответствующих условий была усилена.

В РГГУ, благодаря деятельности специализированных центров и общеуниверситетских кафедр, деятельность по совместному обучению студентов с особыми образовательными потребностями реализуется дистанционная форма обучения с применением интерактивных методов обучения. Разработаны специальные методические материалы, предполагающие индивидуализацию методических подходов к каждому обучающемуся в данных группах.

Помимо этого, учитывая особенности возникающих «сходных» проблем в учебе у студентов, интегрируемых в новую незнакомую образовательную среду вуза, активно используется организация учебных мероприятий в режиме on-line (онлайн-трансляции, онлайн-лекции, презентации и пр.). Широкое привлечение компьютерных и информационных технологий позволяет вузу сделать доступными для лиц с особыми образовательными потребностями все уровни высшего образования. Эта доступность для лиц данной категории обеспечивается, во многом, интеграцией с образовательную среду через совместные лекционных занятия и занятия практического характера, осуществляемые путем модульно-блочных технологий.

В связи с этим большинство студентов РГГУ отмечают высокую отзывчивость преподавателей и их готовность к выполнению направляющей функции в процессе модульного обучения формируемых совместных групп.

Анализируя опыт подобной деятельности в МГУ им. М.В. Ломоносова, можно отметить, что опыт совместного обучения студентов с особыми образовательными потребностями с привлечением информационных технологий, осуществляется в полном объеме. Информационных технологии в образовательном процессе МГУ для совместных занятий данной категории студентов выступают в качестве дополнительных технолого-методологических мер, облегчающих не только процесс адаптации и коммуникативного взаимодействия, но и в качестве методов усвоения знаний углубленной специализации. Так, например, наряду с модульно-блочной технологией обучения и технологией обучения на платформе Moodle, широко используются виртуальные лекции, виртуальные экскурсии и иные интерактивные методы и средства обучения. Так, например, особо показательным является реализация инновационных образовательных технологии, предлагаемых Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова совместно с Геологическим музеем им. В.И. Вернадского на этапе изучения дисциплин специализации студентами, имеющими особые образовательные потребности. Такие «экспериментальные площадки» позволяют данным смешанным группам студентов усвоить материал более основательно (для иностранцев — воспринять и осознать специализированную информацию не на родном для себя языке, а для студентов с ОВЗ — сделать процесс обучения более комфортным, учитывающим их особенности). Помимо этого, реализуются циклы лекций для студентов смешанных групп, которые являются одной из форм работы Межвузовского Академического центра навигации по согласованию с самим вузом, для продуктивности обучения учебные помещения оснащены современной техникой и оборудованием, которые позволяют не только провести со студентами традиционное занятие, но и систематизировать работу в режиме онлайн. Для студентов-иностранцев, изучающих русский язык как иностранный это позволяет сократить время для информационного поиска контента по заданной тематике, пользуясь уже готовыми глоссами и тегами, которые представлены в названиях оригинальных и виртуаль-

ных экспозиций, а для студентов с ОВЗ разработанные программные продукты и современные средства мультимедиа предоставляют массу возможностей для усвоения, закрепления, отработки и запоминания учебной информации, которая также закрепляется в ходе коммуникативного взаимодействия со студентами-гражданами иных государств [1; 7].

Такая же возможность предоставляется и для студентов СПбГУ: неограниченный доступ студентов с особыми образовательными потребностями на этапе интеграции в обычные и смешанные группы к виртуальным образовательным ресурсам позволяет не только постоянно обращаться к базам данных по изучаемой теме, но и работать с интерактивными картами, экспозициями, взаимодействуя при этом в режиме он-лайн. Помимо этого, студенты с особыми образовательными потребностями имеют постоянный доступ к лекционным и семинарским занятиям через электронную систему поддержки учебного процесса.

В последнее время имеет место разработка для обучения смешанных групп студентов с особыми образовательными потребностями многоуровневых мобильных обучающих систем, задачников, практикумов и т.д., предполагающих интенсификации процесса обучения данной категории студентов за счет информатизации учебного процесса. Это позволяет российским вузам (МГУ, МПГУ, РГГУ, а также опорным вузам других регионов РФ) реализовать контекстный и компетентностно-ориентированный подходы в рамках освоения дисциплин на основе информационной автоматизированной реальности образовательного процесса с присущими ему признаками сложных организуемых систем. Доступ студентов к таким базам с индивидуальных мобильных средств обеспечивает высокую скорость обмена данными, обработку большого количества информации в заданном лимите времени, автономность, открывает новые возможности внутрипредметной и межпредметной интеграции, увеличивает длительность автономной работы и делает процесс обучения доступным в любое удобное время.

Конечно же, говорить о единой отлаженной системе обучения смешанных групп студентов с особыми образовательными потребностями еще достаточно сложно, однако, тем не менее, потенциал российских вузов (как методологический, так и материально-технический) возрастает, что неуклонно отмечают и сами студенты.

Литература

1. *Артемьев А.Ю*. Место факультетов довузовской подготовки для иностранных граждан в системе подготовки специалистов для зарубежных стран российскими высшими учебными заведениями [Электронный ресурс] / А.Ю. Артемьев. – Режим доступа: https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/94/artemyev_94_63_66.pdf
2. *Афанасьева Е.А*. Проектирование образовательной среды в условиях реализации инклюзивной практики / Е.А. Афанасьева // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2016. – № 1 (166). – С. 14–17.
3. *Зайцев Д.В*. В центре внимания студент-инвалид / Д.В Зайцев // Высшее образование инвалидов: политика и опыт. – 2009. – № 5. – С. 134–140.
4. *Збировская Е.П.* Опыт российских университетов: создание инклюзивной образовательной среды для студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья / Е. П Збировская, Е. А. Тарасенко // Вестник РГГУ. Серия «Психология. Педагогика. Образование». – 2016. – № 4 (6). – С. 33–41.
5. *Исакова Е.Д.* Мобильное электронное образование: система управления инклюзивным учебным процессом в рамках образовательного учреждения / Е.Д. Исакова, Е.А. Волкова // Наука и перспективы. – 2017. – № 3. – С. 39–44.
6. *Кальгин Ю.А*. Современные подходы к формированию психолого-педагогического сопровождения инклюзивного образования инвалидов в вузе / Ю.А. Кальгин //

Вестник Московского государственного лингвистического университета. – 2011. – № 622. – С. 119-122.
7. *Савин К.С*. Инновационные подходы в контексте методических основ преподавания экономической географии на современном этапе развития системы высшего образования / К.С. Савин // Успехи современной науки. – 2017. – Т. 2. – № 4.
8. *Симатова Е.Л.* Вопросы организации инклюзивного обучения в высших учебных заведениях Краснодарского края / Е.Л. Симатова // Научный вестник Южного института менеджмента. – 2016. – № 2. – С. 88–91.
9. *Швецов В.И*. Модель организации поддержки образовательного процесса студентов инвалидов по зрению на основе использования компьютерных тифлотехнологий / В.И. Швецова, М.А. Рощина // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 1. – С. 11–18.
10. *Ярская-Смирнова Е*. Высшее образование инвалидов: политика и опыт / Е. Ярская-Смирнова, П. Романов // Высшее образование в России. – 2004. – № 7. – С. 38–50.

Цыганков В.Д. «НПК БИОМЕДИС»

НА ПУТИ К ИНТЕГРАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ ИЛИ К АКТИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Аннотация: *В статье рассматривается системная не инвазивная технология осуществления реабилитации, базирующаяся на концепциях интегральной медицины, предложенной доктором медицинских наук В.М. Дильманом, на теории академиков Н.Е. Введенского и А.А. Ухтомского о ритмической природе всех физиологических процессов, о переменной лабильности, об оптимальном ритме и теории парабиоза. Рассмотрен пример практического применения портативного прибора с помощью бесконтактного физиотерапевтического электромагнитного воздействия при реабилитации организма в состоянии стрессовых физических нагрузок.*

Ключевые слова: *реабилитация****, и****нтегральная медицина, оптимальные ритмы.*

Tsygankov V.D. «NPK BIOMEDIS»

ON THE WAY TO INTEGRATED MEDICINE OR TO ACTIVE REHABILITATION

Annotation: *The article discusses the systemic non-invasive technology of rehabilitation, based on the concepts of integral medicine, proposed by Dr. V.M. Dilman, MD, on the theory of academicians N.Ye. Vvedensky and A.A. Ukhtomskythe optimal rhythm and theory of parabiosis. An example of the practical application of a portable device using non-contact physiotherapeutic electromagnetic effects during the rehabilitation of an organism in a state of stressful physical exertion is considered.*

Keywords: *rehabilitation, integral medicine, optimal rhythms.*

1. «Я» - как целостная личность и ее главный мотив: быть здоровым. Четыре основных гомеостата и интеграция всех систем организма.

В соответствии с Теорией функциональной системы мозга (ТФС) академика П.К. Анохина (1935) положительная реабилитация организма, как «*полезный результат*» действия мозговой системы управления, основывается на афферентном синтезе ***мотива*** (*рис. 1*), *памяти*, **обстановки** и *пусковых раздражителях* в данный момент времени. Одним из мотивов поддержания активного здорового состояния организма и его состояния активного долголетия является сознательное, целенаправленное «*принятие решения*» - создание стрессовой ситуации в виде, например, значительной физической нагрузки в горном восхождении в неблагоприятных, экстремальных походных условиях. Наши основные личностные мотивы поведения:

«**Я**» – *это моя вся* ***жизнь***.
«**Я**» – *это мои* ***части тела***.
«**Я**» – *это* ***12 моих*** *функциональных* ***систем***.
«**Я**» – *это мои* ***потребности***, ***желания***, ***мотивы*** *и* ***эмоции***.
«**Я**» – *это мой* ***геном***.
«**Я**» – *это моя* ***память***, *мой* ***опыт***.
«**Я**» – *это мои* ***мысли*** *и* ***планы на будущее***.
«**Я**» – *это мой* ***интеллект***.
«**Я**» - *это мои* ***РИТМЫ!***

Рис. 1. Основные мотивы личности

В этих условиях на организм, на совокупность всех его взаимосвязанных нейрофизиологических систем и систем управления воздействует множество разного рода факторов. Главным регулятором и координатором работы подсистем организма является ***гипоталамус*** или Энергетический гомеостат (**ЭГ**) на его основе (*рис. 2*). С ним в тесной координации, по В.М. Дильману, находятся Репродуктивный (**РГ**), Адаптивный (**АГ**) и Иммунный гомеостат (**ИГ**).

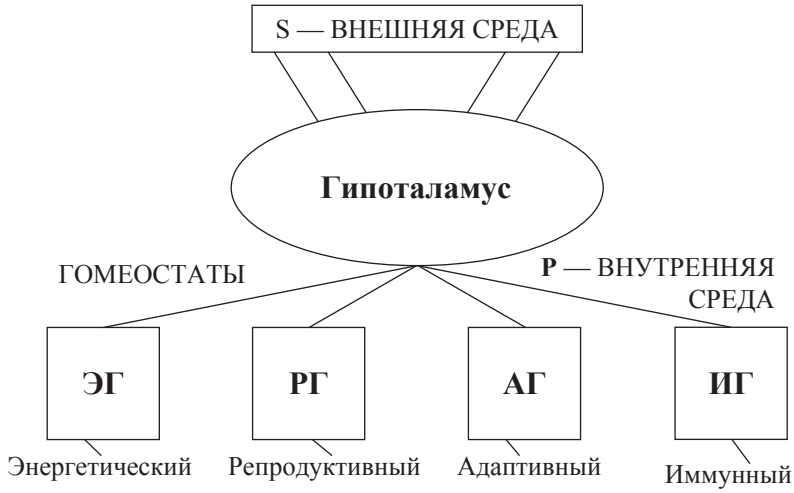


Рис. 2. Четыре взаимодействующих гомеостата организма

Их совместная работа обеспечивает формирование адекватной состоянию внешней среды (**S**) в данный момент времени реакции внутренних нейрофизиологических систем, реакции внутренней среды (**Р**) и адаптивной внешней поведенческой реакции. Например, продолжать движение вверх, в гору или сесть отдохнуть, собраться с силами. Работа гипоталамуса заключается в синхронизации ритмичной работы всех органов и систем (дыхательной, сердечной и т.д.) всего организма и управляется *Большими биологическими часами* (**ББЧ**), которые находятся в супрахиазмальном (**схя**) ядре гипоталамуса, где в клетках ядра имеются задающие дневные и часовые ритмы гены ***per1, per2*** наших внутренних часов (*рис. 3*). Для биологических часов следует отметить три их важнейших свойства:

- автономность и стабильность хода;
- способность к управляемой извне синхронизации;
- температурная стабильность хода, или способность к температурной компенсации.

Такие часы не «убегают» и не «отстают» без острой необходимости для самого организма или клетки.

Гипоталамус имеет свой *собственный ритм* активности в выработке рабочих гормонов, а этот важнейший ритм зависит от *порога чувствительности* (Θ) гипоталамуса к возбуждающему его активность гормону. Этот порог чувствительности со временем в онтогенезе повышается по линии *Стандартного старения* (*рис. 4*), что приводит с возрастом *к понижению собственного ритма*, замедлению всех процессов и падению эффективности работы гипоталамуса и, как следствие, к ослаблению и старению всего организма.

Если рассматривать реакцию гипоталамуса на стресс в виде повышения порога (Θ) или снижения его рабочей частоты, то возникает естественное желание внешним воздействием повысить частоту гипоталамуса, т.е. наклонить кривую линию старения в сторону к горизонтальной линии. Проделывая это, мы одновременно решаем целый комплекс медицинских проблем — ***лечения сцепленных со старением не менее десятка главных болезней***

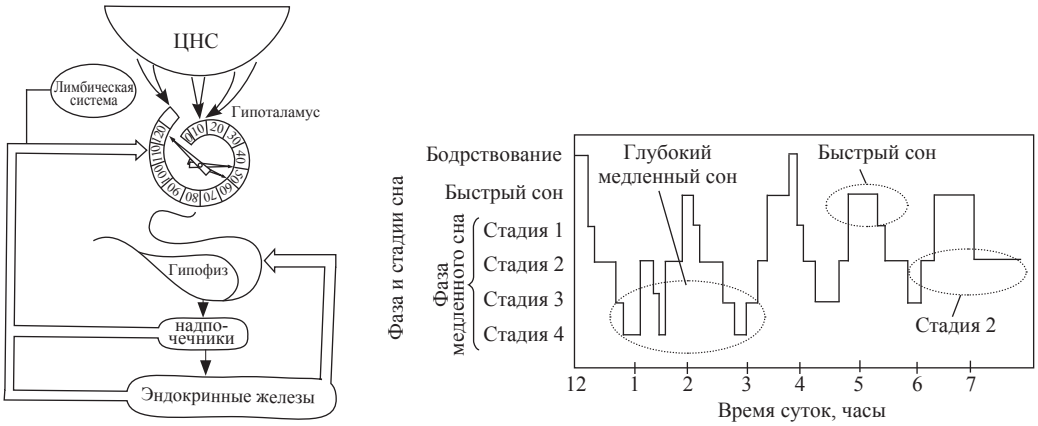


Рис. 3. Большие биологические часы и их суточные ритм

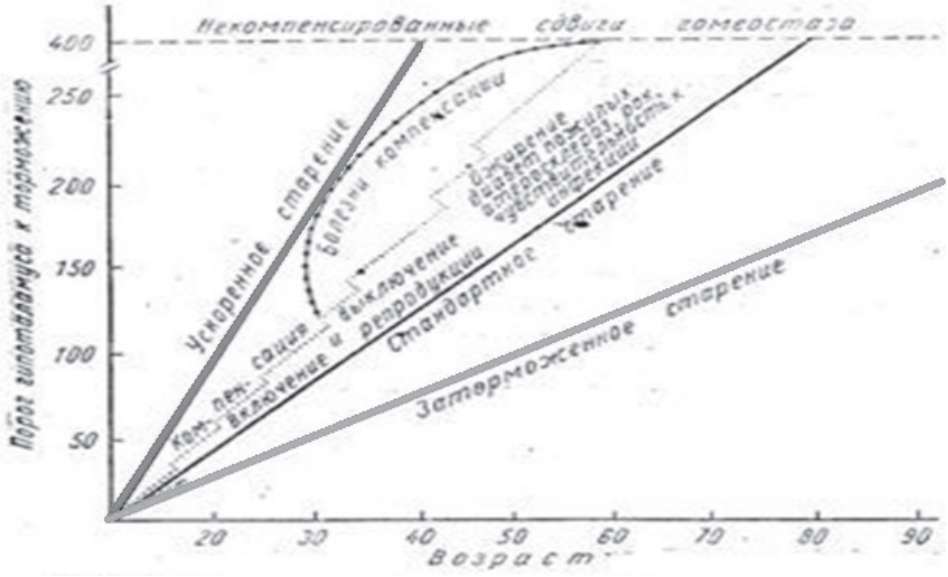


Рис. 4. Различные скорости старения с возрастом (рисунок В.М. Дильмана)

(перечислены на *рис. 4* над средней линией стандартного старения), отодвигая их наступление вправо по годам.

10 главных болезней старения, сцепленных со старением к 70–75 г.

1. Возрастное ожирение.
2. Сахарный диабет II-го типа тучных и пожилых — 3%.
3. Атеросклероз — 65%.
4. Рак — 10%.
5. Высокая чувствительность к инфекции — 3%.
6. Аутоиммунные болезни.
7. Гиперадаптоз.

8. Психическая депрессия.
9. Гипертония — 3%.
10. Предиабет и пре-предиабет до 15 лет.

2. Механизм парабиоза управления ритмами и технология

Вокруг нас и внутри нас одни только ритмы в виде различных электромагнитных полей (**ЭМП**) разных по частоте, по источникам происхождения, по мощности, по времени воздействия и т.д.

Возможность обоснованно управлять ритмами нашего организма нам дала теория знаменитых своей школой советских академиков Н.Е. Введенского и А.А. Ухтомского о ритмической природе всех физиологических процессов, о переменной лабильности, об оптимальном ритме и ***теории парабиоза*** (фото). **В России в 1879 году начаты работы по обнаружению и исследованию внутренних ритмов у живого организма** (фото).

Н.Е. Введенский и А.А. Ухтомский

Н.Е. Введенский за работой (1908 г.)

Фото. Наши великие ученые

Теория переменной лабильности (предельной частоты) и парабиоза показала наличие у всех органов, их субсистем, вплоть до клеток, так называемого *оптимального ритма* (**fopt**) с минимальным порогом его возникновения при минимальной затрате организмом своей энергии (*рис. 5*).

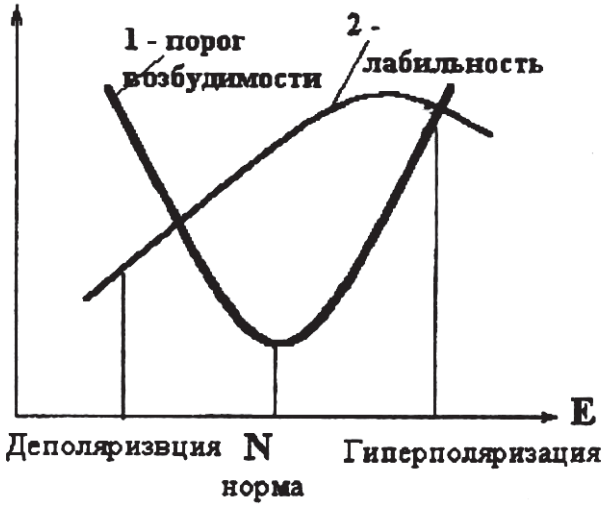
Риты по теории парабиоза, что экспериментально зарегистрировано, усваиваются, делятся, умножаются, трансформируются, тормозятся и возбуждаются (*рис. 6*).

Для того чтобы извне управлять ритмами организма, должна иметься соответствующая технология и инструментарий.

По Н.А. Бернштейну имеется пять A, B, C, D, E уровней управления движениями или нашим поведением (*рис. 7*). В них участвуют три важнейшие системы: симпатическая, парасимпатическая и гуморальная.

Чтобы управлять частотами организма как объектом управления, мы должны знать состояние объекта управления. Для этого существует разработанная и проверенная успешной практикой теория *Вариации сердечного ритма* (**ВСР**) Р.М. Баевского и методы диагностики на ее основе.

а)



б)

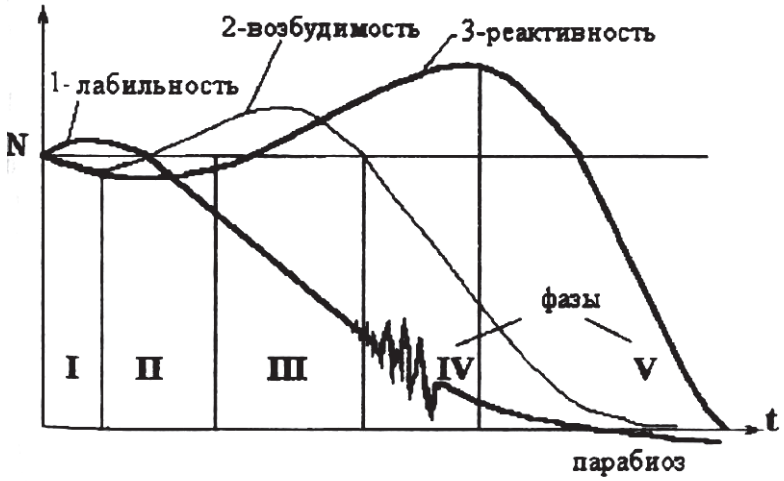


Рис. 5. Основные показатели живой клетки:
а) биорезонанс — это оптимальный ритм;
б) лабильность и парабиоз Н.Е. Введенского

Параметры «нормы» ВСР по Р.М. Баевскому

ВСР — Вариация Сердечного Ритма или длительности R–R кардиоинтервала.
Мо — мода, наиболее частый интервал. 0.7–0.9.
АМо — амплитуда моды. 30–50%.
ИН — индекс напряжения Ин = АМо /(2 * Мо * ΔХ). < 100 – 150.
ΔХ — вариационный размах. 0.15 – 0.45.
ОМ = ТР = VLF + LF + HF (mc^2) — общая мощность.
VLF (500) — сверхнизкая, LF(700) — низкая, HF (1200) — высокая частота спектра.
ИВБ = LF/HF = – баланс ВНС = 1.0 (< 0.3 - истощение; > 1.6 — восстановление).

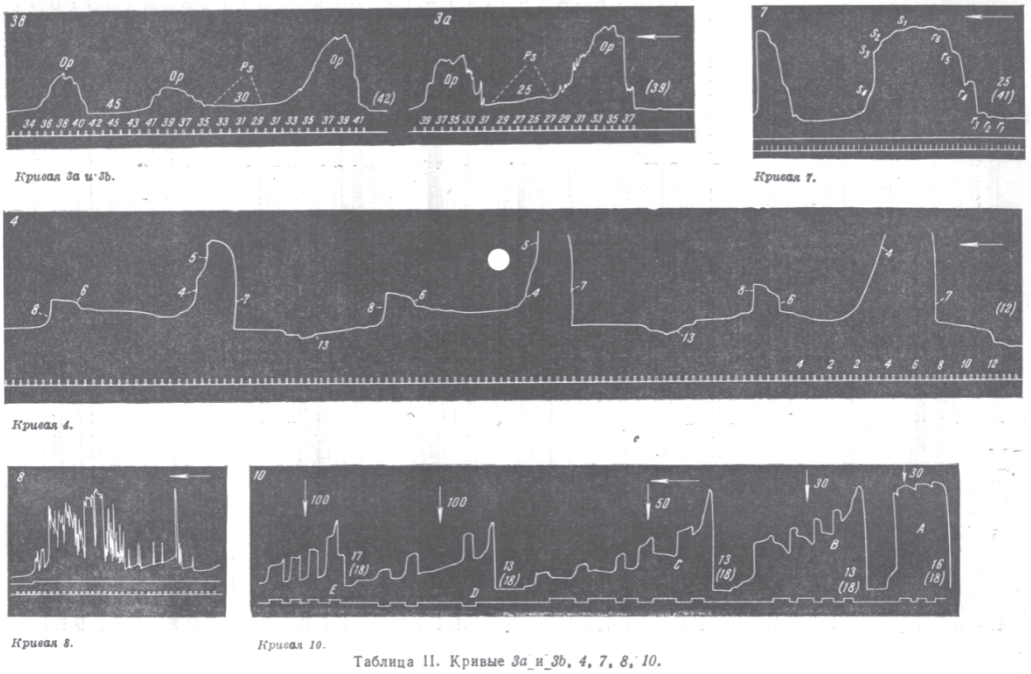


Таблица II. Кривые *3a* и *3b*, *4*, *7*, *8*, *10*.

Рис. 6. Управление ходом биологических часов

Для измерения этих параметров в походных или других мобильных условиях необходим портативный неинвазивный прибор — регистратор с системой математической обработки и графопостроителем. Такой прибор, разработанный НПК БИОМЕДИС, имеется и отвечает вышеперечисленным требованиям.

Цель эксперимента 2015 г. — фиксация процессов *реабилитации* стрессового состояния и *адаптации* старого **80**-летнего организма к гипоксии и физическим нагрузкам в течении трех недель высокогорного, до **6000 м,** похода к Эвересту в Гималаях (см. *рис. 9*).

3. Результаты эксперимента

Имеет место небольшая аритмия сердца, нестабильность его работы (см. *рис. 10*).

В организме достаточный запас сил на адаптацию к нагрузкам. Индекс напряжения (Ин) невысок (*рис. 11*).

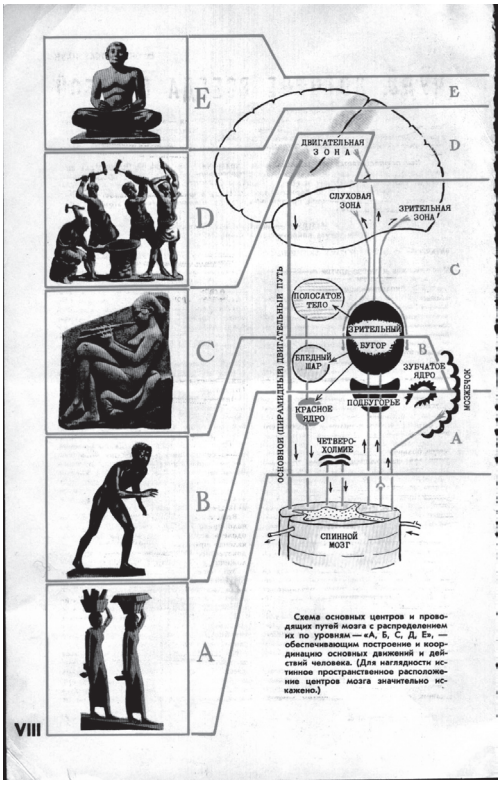


Рис. 7. Уровни управления движениями (по Н.А. Бернштейну) ►

Рис. 8. Аппарат тестирующий «БИОТЕСТ-2.0» на платформе Android

Вид на Эверест с Кала Паттара

Чтобы это увидеть, я полетел в Непал, в **Гималаи**!

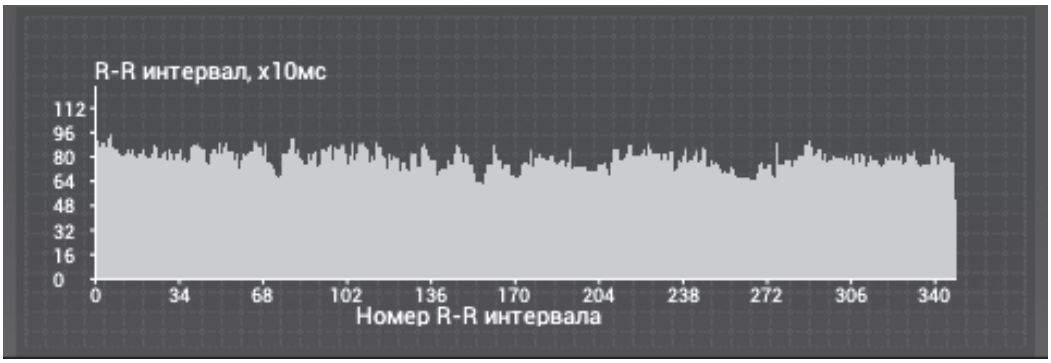


Рис. 9. Интервалограмма и средняя ЧСС

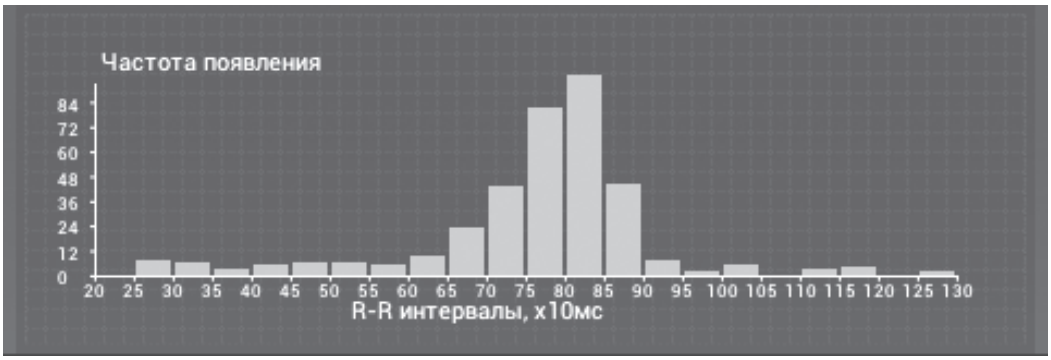


Рис. 10. Гистограмма

В организме достаточный запас сил на адаптацию к нагрузкам. Индекс напряжения (Ин) невысок.

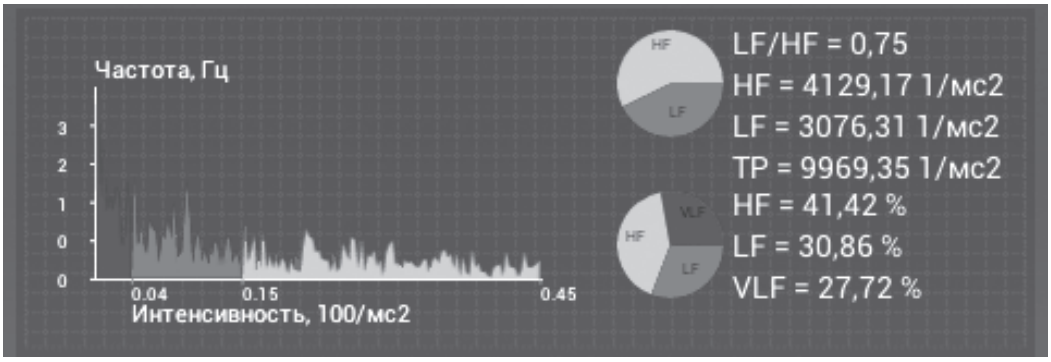


Рис. 11. Спектр частот функциональных систем

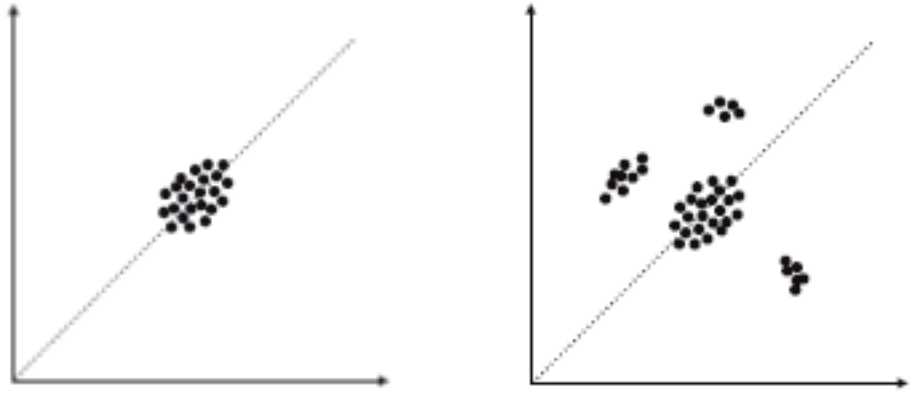


Рис. 12. Скаттерграммы здорового (слева) и больного (справа) мерцательной аритмией

Имеет место значительное нарушение (**красный цвет**) централизации управления автономными системами организма.

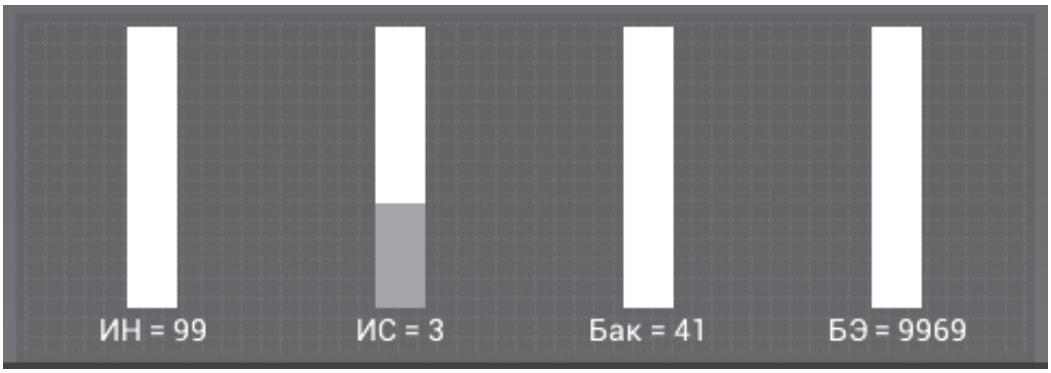


Рис. 13. Основные показатели состояния организма
ИН — напряжение, ИС — централизация, Бак — анаболизм-катаболизм (созидание — разрушение), БЭ — биологическая энергия

Реакции 12 функциональных систем организма

1. **Легких-P-4ч. Бронхиты, мигрень, пазухи носа.**
2. **Толстой кишки-GI-6ч. Желудок, кишечник.**
3. **Желудка-E-8ч. ЖКТ, гипертония, невроз.**
4. **Селезенки, ПЖ-RP-10ч. ЖКТ, мочеполовая система.**
5. **Сердца-C-12ч. Функциональные расстройства ССС и ПНС.**
6. **Тонкой кишки-IG-14ч. ЖКТ, шейный остеохондроз.**
7. **Мочевого пузыря-V-16ч. Мочеполовая сфера.**
8. **Почек-R-18ч. Нефрит, цистит.**
9. **Перикарда-MC-20ч. Легкие и ССС, невралгия.**
10. **Трех обогревателей-TR-22ч. Брюшная и грудная области.**
11. **Желчного пузыря-VB-24ч. = 0ч. Холецистит.**
12. **Печени-F-2ч. ЖКТ, мочеполовая сфера, мигрень.**

где * -* затрата энергии, ** - восстановление энергии

Рис. 14. Реакции функциональных систем организма (Меридианы или Каналы)

Сильно перенапряжен желудок **E**. Незначительно *ослаблены*: **RP, MC, F** — селезенка и поджелудочная, перикард и печень с ЖКТ. Незначительно *напряжены*: **TR, VB** — три обогревателя, брюшная и грудная области и желчный пузырь.

4. Что делать в данной походной обстановке?

Н.Е. Введенский назвал работу набора стройных синхронизированных гипоталамусом ритмов всех систем организма «***многоголосным орга'ном***», а Ст. Хамерофф, специалист по квантовой теории сознания, термином "***ORCH***" — *оркестрируемость* или координация, синхронизация ритмов.

Так, кто же играет на органе?

Организм — это многоголосный биоэлектрический музыкальный инструмент или ***орган,*** звучащий на различных частотах от долей и единиц герц до **КВЧ** в **40–70 Ггц** и более, создающий прекрасную мелодию жизни.

Наши множественные ритмы в организме исключительно подвижны, лабильны, вариабельны.

Но где тот *доктор-реабилитолог* на маршруте, в походе, кто будет вносить коррекцию в разбалансированный организм, и *осуществлять реабилитацию*?

Этот «доктор-робот» в виде набора лечебных программ с генераторами различных частот излучения электромагнитного поля (**ЭМП**) находится в этом же карманном приборе

Рис. 15. Управление ходом биологических часов и стрессом с помощью БРТ технологий

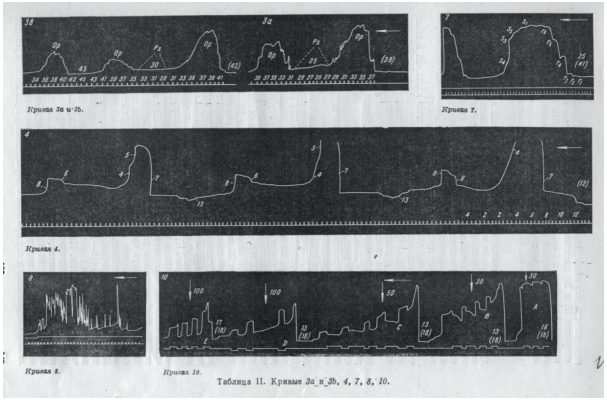
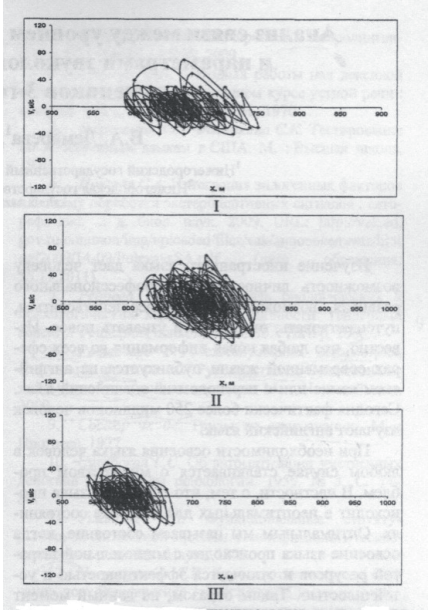


Таблица II. Кривые 3а и 3b, 4, 7, 8, 10.



«**БИОТЕСТ – 2.0**». Выбрав на сенсорной панели прибора из перечня органов и из перечня заболеваний нужные частоты (*рис. 16*), включаем режим «Терапия» (*Реабилитация*) и идем далее по маршруту. «***Доктор – робот» все сделает сам автоматически (рис. 15)***.

Экспериментально найденные
О.П.Кузовлевым, И.Л.Блинковым, Л.В.Хазиной
биоэффективные частоты организма

Частотная характеристика			***Уровень воздействия***	
Интегральная частота f = 0,0108 Гц или 93 с				
X^2				
f = 0,0251 Гц или 46 с			Метаболический	
X^2		X^2		
f = 0,0430 Гц		f = 0,0645 Гц	Желудок	Нисходящая ободочная кишка
X^2 f = 0,0860 Гц		X^2 f = 0,1290 Гц	Поперечно ободочная кишка	Восходящая ободочная кишка
X^2 f = 0,1720 Гц		X^2 f = 0,2580 Гц	Бронхолегочная система, Желчный пузырь	Тонкий кишечник
X^2	X^3 X^2	X^2		
f = 0,344 Гц	f = 0,516 Гц	f = 0,774 Гц	δ – дельта сон	
f = 0,688 Гц	f = 1,032 Гц	f = 1,548 Гц	Глубокий сон. Таламо-кортикальная фаза.	
f = 1,376 Гц f = 2,752 Гц	f = 2,064 Гц f = 4,128 Гц	f = 3,096 Гц f = 6,192 Гц	Симпатическая система	
f = 5,504 Гц	f = 8,256 Гц	f = 12,384 Гц	θ – тета ритм гиппокампа и μ – ритм соматических сенсоров, срединный, лобный, теменной, μ – мю ритм с частотой 8 и 16 Гц. α – альфа ритм, I, II затыл. зрит. кора в покое	
f = 11,908 Гц f = 22,016 Гц	f = 16,512 Гц f = 33,024 Гц	f = 24,768 Гц f = 49,536 Гц	Парасимпатическая система β_1 β_2 – бета ритмы. Обновление памяти γ – гамма ритм центральных отделов	
f = 44,032 Гц	f = 66,048 Гц	f = 99,072 Гц	γ – гамма ритм	
f = 88,064 Гц f = 176,128 Гц f = 352,256 Гц	f = 132,095 Гц f = 264,192 Гц f = 528,384 Гц	f = 198,144 Гц f = 396,288 Гц f = 792,576 Гц	Поперечно-полосатая мускулатура	
f = 704,512Гц f = 1409,024Гц f = 2828,048Гц	f = 1056,768Гц f = 2113,536Гц f = 4227,072Гц	f = 1585,152Гц f = 3170,304Гц f = 6340,608Гц		
5636,096 Гц 11271,19 Гц	8454,144 Гц 16908,29 Гц	12681,22 Гц 25362,43 Гц	Микроциркулярный уровень	
22544,38 Гц	33816,58 Гц	50724,86 Гц	Клеточный	

Рис. 16. Биоэффективные частоты организма, связанные с органами и системами, а также с основными ритмами организма человека

И вот «полезный результат» по П.К. Анохину налицо (*рис. 17*).

Из кривых видно как организм успешно прирабатывается к нагрузкам и к высоте в процессе ее набора слева направо. Периодически, то теряя энергию, то восстанавливая ее по дням месяца апреля, с 13 числа, до начала заставшего нас рядом с альпинистским Базовым лагерем Эвереста сильнейшим за последние 30 лет в Непале землетрясением, начавшегося 24 апреля 2015 года. Ту уж было не до экспериментов. ***Ноги бы унести!***

Рис. 17. Ритмический процесс накопления организмом (LF/HF) общей энергии БЭ или «Функциональный тетанус» по Н.Е. Введенскому

Рис. 18. Прибор «БИОФОН» БИОМЕДИС
http://www.biomedis.ru, https://www.biomedis.life/

Выводы

1. Энергетический гомеостат (ЭГ) и Репродукционный гомеостат (РГ) взаимодействуют только до 50 лет, до момента прекращения работы РГ. Адаптационный гомеостат (АГ) и Иммунный гомеостат (ИГ) работают только в период стресса или вирусной атаки.

2. Каждому уровню морфологической иерархии соответствует свой спектр частот, колебаний, ритмов.
3. Огромная сложность целого организма требует тонкой индивидуальной дифференцировки и подстройки при выборе частот воздействия ЭМП.

Литература

1. *Сеченов И.М., Павлов И.П., Введенский Н.Е*. Физиология нервной системы. В 3-х том. – М.: Медлит, 1952.
2. *Судаков К.В.* Мотивы поведения животных. – М.: Знание, 1971.
3. *Бауэр Э.С.* Теоретическая биология. – М.: ВИЭМ, 1935.
4. *Ухтомский А.А.* Доминанта. – М.: Наука, 1952.
5. *Ковальсон В.М*. Основы сомнологии. Физиология и нейрохимия цикла «Бодрствование - сон». – М.: Бином, 2012.
6. *Кузовлев О.П., Блинков И.Л., Хазина Л.В*. Теоретические основы структурно-резонансной терапии. – М.: ООО «Современные технологии» (СРТ), 1998, 2015.
7. Блог В. Цыганкова. Режим доступа: http://embrion100.blogspot.co.

Ахмедов Р.Э. «МГГЭУ» E-mail: a-ruslan1@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ

Аннотация: *В работе изучаются когнитивные модели с использованием аппарата нейронных сетей. Дан сравнительный анализ эффективности работы классификатора ЭЭГ-сигналов на базе двух различных подходов: метода опорных векторов (SVM) и комитета искусственных нейронных сетей (ANN).*

Ключевые слова: *нейронные сети, электроэнцефалограмма, нейрокомпьютерный интерфейс, метод опорных векторов, распознавание.*

Akhmedov R.E. «MGGEU»

MATHEMATICAL MODELS BASED ON THE NEURAL NETWORKS AND CLASSIFICATION PROBLEMS

Annotation: *The cognitive models using neural networks apparatus are presented in the article. Comparative analysis for EEG-signal classifiers efficiency based on the support vector machine method (SVM) and on the artificial neural network committee (ANN) has been given.*

Keywords: *neural network, electroencephalography, brain-computer interface, support vector machine, recognition.*

Разработка эффективных средств реабилитации людей с ограниченными возможностями — задача крайне актуальная в современном мире. Стремительное развитие технологий привело к необходимости создания комплексов, наиболее удобных в применении пациентами, частично или полностью утратившими способность к самостоятельному передвижению.

Одна из основных проблем в данной области связана с созданием, а также совершенствованием уже существующих интеллектуальных систем, способных «запоминать» накопленную информацию с целью самообучения системы. Для создания систем реабилитации особенно важным является изучение качественных возможностей электронно-роботизированных комплексов, которые позволили бы пациенту самому управлять внешними устройствами (протезами конечностей, функциональными стимуляторами мышц, инвалидными креслами и т.п.) с минимальными физическими усилиями. В перспективе предполагается, что подобные комплексы дадут возможность человеку управлять внешними устройствами одной «силой мысли», без посторонней помощи и без проведения хирургических операций по вживлению электродов в мозг.

1. Обсуждение результатов ЭЭГ-метода

Задача распознавания электроэнцефалографических сигналов (ЭЭГ-сигналов) имеет большое значение в решении подобных проблем. В работе [7] приводятся численные результаты эксперимента, в котором несколько испытуемых выполняли серии движений в ритме, задаваемом звуковым сигналом, после чего продолжали воображать те же движения без звука. Результаты изменений активности определенных зон головного мозга при выполнении реальных/воображаемых движений регистрировались с помощью 32-х канального цифрового электроэнцефалографа «Мицар». Существенным препятствием для классификации зарегистрированных ЭЭГ-сигналов является большая вариативность сигналов у разных

испытуемых и индивидуальные особенности соответствующего классификатора. Следует также отметить необходимость обучения системы, на основе которой работает классификатор, различению воображаемых движений более крупных частей тела с последующим переходом к различению движений мелкой моторики. Для обработки ЭЭГ-сигналов воображаемых движений в работе [7] использовались два подхода:

- на основе метода опорных векторов (support vector machine — SVM);
- на основе комитета искусственных нейронных сетей (artificial neural networks — ANN).

Первый из этих подходов основан на принципах линейной классификации и использует разделение исходной выборки (x_1,..., x_N) на классы с помощью оптимальной разделяющей гиперплоскости [1]. Второй подход использует многослойную нейронную сеть с сигмоидной функцией активации (гиперболический тангенс) в скрытых слоях и линейной функцией для нейронов выходного слоя. В результате проведенного эксперимента, состоящего из нескольких блоков, было обнаружено, что точность распознавания и последующей классификации с помощью ANN в среднем существенно выше, чем при использовании SVM, хотя по отдельным испытуемым и некоторым типам движений наблюдался обратный эффект.

2. Проблемы построения когнитивных моделей

Очевидно, что создание высокоэффективных комплексов помощи лицам с ограниченными возможностями здоровья требует решения ряда задач, связанных, прежде всего, с анализом когнитивной составляющей используемой технической системы. В настоящее время активно ведутся работы по внедрению подобных систем с технологией нейрокомпьютерного интерфейса (brain-computer interface) [5], [6]. Однако большинство разработок с использованием такого интерфейса отличаются слабой мобильностью и высокой стоимостью оборудования.

Поскольку многие современные системы интеллектуального анализа данных достаточно сложны и слабо формализуемы, возникает необходимость построения моделей, наиболее полно отвечающих реальным условиям для изучаемых объектов. Один из таких подходов к моделированию использует понятия нечеткого множества и нечетких отношений, восходящие к исследованиям Л. Заде [10]. Базовыми характеристиками в подобных моделях служат нечеткие переменные, на основе которых строятся логические операции, обобщающие известные операции классической (булевой) логики. Далее вводится понятие лингвистической переменной, значениями которой являются нечёткие множества. Это дает возможность интерпретировать формальную нечетко-множественную модель в виде нейронных сетей, которые находят широкое применение для решения многих задач обработки и защиты информации [3], [8], а также для разработки роботизированных комплексов.

Математическая модель, использующая аппарат нейронных сетей, позволяет описать работу некоторой функции мозга с помощью решений нелинейной системы уравнений

$$\overline{x} = \Phi(\overline{\theta}, a1, a2, ..., ak), \quad \overline{x} \in \mathbb{R}^p,$$

где $\overline{\theta}$ — набор параметров, поддающихся измерениям, a_i — некоторые константы, характеризующие начальные условия задачи. Основная проблема здесь заключается в невозможности найти явный вид отображения, что приводит к необходимости построения приближенных решений различными методами. Возможность применения аппроксимаций на основе нейронных сетей можно продемонстрировать на примере нелинейной краевой задачи:

$$Au = f, \ u = u(\overline{x}), \ \overline{x} \in \Omega \subset \mathbb{R}^p, \ B\,u|_{\partial\Omega} = f_0,$$

где A — некоторый дифференциальный оператор, B — оператор, задающий систему граничных условий на $\Gamma = \partial\Omega$. Выбор подходящего базиса позволяет найти решение в виде суммы

$$u(\bar{x}) = \Sigma_i c_i \varphi_i(\bar{x}, \alpha_i)$$

с параметрами, которые вычисляются в процессе обучения сети, с условием минимизации функционала ошибки

$$J(u) = \int_\Omega |Au - f|^2 d\Omega + \int_\Gamma |Bu - f_0|^2 d\Gamma.$$

Для практической реализации этого метода целесообразно функционал ошибки представить в дискретной форме

$$J(u) = \sum_{j=1}^{M} \left| Au\left(\bar{x}_j\right) - f\left(\bar{x}_j\right) \right|^2 + \sum_{j=1}^{M'} \left| Bu\left(\bar{x}_j'\right) - f_0\left(\bar{x}_j'\right) \right|^2,$$

причем множества «тестовых» точек в области Ω и на границе меняются в процессе обучения нейронной сети. Вариация значений точек необходима для обеспечения устойчивости работы сети относительно ошибок обучения.

Анализ обучаемости живых и искусственных систем, построенных на базе нейронных сетей, приводит к выявлению общего свойства относительно ошибок обучения: средний уровень ошибки в обоих случаях постепенно снижается, начиная с некоторой итерации процесса обучения, причем для искусственных систем возможен кратковременный резкий скачок ошибки обучения [4]. Вместе с тем, если эволюция живых систем характеризуется их способностью к стиранию памяти, следованию по «неверному» пути решения, отвлечению внимания, что отчасти объясняет поведение скорости обучения в определенных условиях, то для искусственно созданных нейронных сетей подобные изменения являются неожиданным феноменом. Необходимо учитывать, что скорость обучения естественных систем на начальном этапе обучения обычно невысока, в то время как искусственно созданные нейронные системы характеризуются различным уровнем скорости обучения. Данное наблюдение позволяет сделать предположение, что различные типы искусственных систем имеют некоторый скрытый фактор, который можно условно назвать «мгновенным переключателем» в процессе обучения системы. Подтверждение указанной гипотезы относительно «квантованного» характера уровней обучения может открыть ряд новых возможностей для имитации и моделирования естественных систем.

3. Сравнительный анализ результатов классификации

Динамика значений точности классификации ЭЭГ-сигналов при различных методах распознавания приводит к предположению о том, что обнаруженное преимущество искусственной нейронной сети связано именно с ее многослойной структурой, поскольку обучение нейронов более высокого уровня происходит с учетом результатов обучения нейронов нижних слоев. Таким образом, при использовании ANN на более высоких уровнях сети происходит уточнение результатов классификации, полученных на нижних уровнях. В то же время, с помощью метода SVM правило разделения на классы строится согласно решению задачи оптимизации вида

$$\min_{w,b} \frac{1}{2} \|w\|^2$$
$$y_i \left(\langle w, x_i \rangle + b \right) \geq 1.$$

Здесь y_i служат метками, которые исследователь присваивает элементам x_i выборки; значения y_i равны 1 или –1. Такая задача не всегда разрешима, поэтому для решения конкретной задачи классификации нужно предварительно разделить обучающую выборку на две части — множество линейно разделимых элементов и остальную часть выборки. Подобный подход рассматривался в [9].

Однако, как показывает практика, данный метод имеет ряд недостатков. Дело в том, что при определении меток разбиение на классы осуществляется, исходя из значений двух противоречащих друг другу критериев: числового параметра, характеризующего оптимальную гиперплоскость, и количества ошибок классификации согласно выбранному правилу. Стремление найти наилучший параметр с максимально возможным числом признаков, определяющих классы, неизбежно должно приводить к уменьшению точности классификации. Это подтверждают результаты обработки ЭЭГ-сигналов — средняя точность классификации при использовании метода SVM имеет значения порядка 60–70%.

Интересно отметить, что при использовании классификатора на основе ANN точность классификации при небольшом накоплении сигналов оказывается ниже, чем при регистрации сигналов без накопления и даже ниже соответствующих значений точности, полученной при помощи метода SVM (для некоторых комбинаций движений). Это свойство, по-видимому, является следствием взаимного влияния нейронов, отвечающих за мелкую моторику, и нейронов, соответствующих движениям более крупных частей тела, а также наличия связей между каналами электроэнцефалографа. Степень контроля взаимного влияния различных групп нейронов можно значительно повысить за счет использования многоуровневой сети с возможностью самонастройки, логико-структурная модель которой описана в [2]; особенность такой сети заключается в том, что ее конфигурация не фиксируется заранее, а может меняться в процессе обучения. Однако вопрос практического использования подобных сетей в настоящее время детально не проработан.

Заключение

Когнитивные модели, использующие аппарат нейронных сетей, безусловно, имеют ряд преимуществ в создании и совершенствовании робототехнических систем реабилитации. В частности, подтверждение гипотезы о характере обучаемости искусственных нейронных сетей важно для обеспечения устойчивой работы классификатора и повышения точности распознавания сигналов. Отметим, что для повышения эффективности работы классификатора ЭЭГ-сигналов необходима разработка системы, принципы работы которой сочетали бы в себе элементы различных методов, в том числе многослойных нейронных сетей. На практике следует, по-видимому, использовать классификаторы, параметры которых индивидуально настраиваются на каждого испытуемого.

Литература

1. *Вапник В.Н., Червоненкис А.Я.* Теория распознавания образов. – М.: Наука, 1974.
2. *Косовская Т.М.* Самообучающаяся сеть с ячейками, реализующими предикатные формулы // Труды СПИИРАН. – 2015. № 43. – С. 94–113.
3. *Котенко И.В.* Интеллектуальные механизмы управления кибер-безопасностью / Управление рисками и безопасностью.// Труды ИСА РАН. – 2009. – Т.41. – М.: URSS. – С. 74–103.
4. *Лоренц В.А., Гавриков В.Л., Хлебопрос Р.Г.* Анализ обучения нейронной сети задачам, содержащим скрытую закономерность.// Вестник КрасГАУ. – 2012. – Т. 5. – С. 88–92.

5. *Николаев С.Г*. Практикум по клинической электромиографии // Изд-е 2-е, Иваново: Ивановская Гос. Мед. Академия, 2003. – 9 с.
6. *Павловский В.Е., Солдатенкова Е.А*. Интерфейс мозг-компьютер для экзоскелета БИОМЕХ: базовая функциональность // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша, 2017. – № 83. – 20 с.
7. *Станкевич Л.А., Сонькин К.Н., Нагорнова Ж.В., Хоменко Ю.Г., Шемякина Н.В*. Классификация электроэнцефалографических паттернов воображаемых движений пальцами руки для разработки интерфейса мозг-компьютер // Труды СПИИРАН. – 2015. – № 40. – С. 163–182.
8. ФСТЭК России. ГОСТ Р 52633.0-2006. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.posoh.ru/auto_ident/metki/doc/52633.0-2006.doc (дата обращения 20.08.2015).
9. *Cortes C., Vapnik V.N*. Support vector networks // Machine Learning. – 1995. – V. 20. – № 3. — P. 273– 297.
10. *Zadeh L.A*. From computing with numbers to computing with words — from manipulation of measurements to manipulation of perceptions // Int. J. Appl. Math. Comput. Sci. – 2002. – Vol. 12. – №3. – p. 307–324.
11. *Никольский А.Е., Демиденко А.К.* Подходы к разработке моделей функций мозга и сознания при взаимодействии организма с внешней средой. //Вопросы кибернетики: Сборник статей / под ред. В.Г. Беликова, А.Е. Никольского. – М.: «Спутник+», 2014.
12. *Ахмедов Р.Э*. Применение нейронных сетей в задачах классификации ЭЭГ-сигналов и проблемы оптимизации.// Интеллектуальные технологии и средства реабилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017). – М.: МГГЭУ, 2018. – 118 с.
13. *Никольский А.Е*. Когнитивная конвергентная нейрореабилитационная педагогика XXI века. – М.: «Спутник+», 2016. С. 349–394.

Полиенко Р.М., Горбунов С.П. «МГГЭУ»

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СНОВЕДЕНИЙ И МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВ

Аннотация: Рассмотрен вопрос возможности разработки системы преобразования подсознательных процессов формирования сна и мыслительных образов в реальные видеофайлы.

Ключевые слова: *нейронная сеть, мыслительный образ, видеофайл, сновидение, сонник, кортикальная визуализация, психика.*

Polienko R.M., Gorbunov S.P. «MGGEU»

QUESTIONS OF DEVELOPMENT OF AN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK, WITH THE AIM OF EXPLORING THE IMAGING CAPABILITIES OF THE DREAMS AND MENTAL IMAGES

Annotation: *The question of possibility of development of system of transformation of subconscious processes of formation of a dream and mental images in real video files is Considered.*

Keywords: *neural network, mental image, video file, dream, dream book, cortical visualization, psyche.*

Многие люди с древних времен в той или иной степени задавались вопросами, которые можно объединить в один: «Как человеческий мозг воспринимает визуальную информацию и реально ли дешифровать ее?» Говоря об этом, можно вспомнить Кеичи Торимицу, уже работающего над созданием наноразмерных электронных устройств, способных как считывать данные с индивидуального нейрона, так и манипулировать ими. Несмотря на всю футуристичность и даже мрачность этого подхода, напоминающего о самых кошмарных фантастических антиутопиях, сам профессор Торимицу смотрит на вещи проще и обещает, что его технология позволит излечивать самые различные неврологические заболевания и расстройства. В группе под его руководством идет разработка устройства наноразмеров, включающего в себя тончайший наноэлектрод, покрытый искусственной мембраной, которая до определенной степени повторяет мембрану живой клетки, прежде всего — рецепторных белков на поверхности нейронов головного мозга, самым активным образом участвующих в процессах его активности и торможения. Даже в обычных нейронах активация рецепторов создает электрический сигнал в нервной клетке. А наноэлектрод позволит подобные сигналы детектировать и немедленно передавать на внешнее устройство. Подобные исследования ведутся в разных направлениях. Врач-психиатр Геннадий Крохалев взялся экспериментально подтвердить существовавшую уже не одно десятилетие версию, а именно: зрительные образы возникают в мозге и передаются на сетчатку глаза, откуда излучаются в пространство С помощью специально сконструированного им устройства Крохалеву на нескольких сотнях пациентов удалось на практике блестяще подтвердить эту гипотезу. Фотографирование зрительных галлюцинаций проводилось кинокамерой «Лантан» с использованием маски для подводного плавания. Вместо стекла в маске был установлен растяжной мех от фотоаппарата «Фотокор», а к суженной части плотно присоединялся объектив кинокамеры. Маска надевалась на лицо психически больного, и фотографирование проводилось в полной темноте.

Из семейного архива Крохалевых 1995 г.

В данном докладе, мы не ставим цель определить сновидения по признаку истинности, но стоит для начала обозначить ту категорию сновидений, на которую мы опираемся.

Психолог К. Юнг ставил для себя одну из задача изучения снов и того, что нам сниться. Продолжая идеи З. Фрейда, он пошел дальше, в русле снов. Если наша дневная деятельность — это активность сознания, то ночная деятельность в виде сна выступает подсознательной деятельностью. Как сознание может перекладывать информацию в подсознание, так и наоборот, подсознание способно выдавать что-то новое. Одним из проявлений такой мозговой деятельности он видел в сновидениях.

К. Юнг утверждает, что сновидения отображают психологическое здоровье индивида, включая то, что может влиять на нашу психику: те проблемы от которых мы закрываемся; эмоциональные и духовные переживания; депрессии и предпосылки к негативным состояниям. Все это преобразуется в образы, которые мы видим в сновидениях. Мы строим гипотезу на том, что все те визуализированные образы в сновидении, их внешний вид берётся из всего того, что мы видели в нашей жизни, а содержание этих образов и те действия которые они выполняют, основано на подсознании, что наполняет эти образы состоянием психологического здоровья [3]. В нашем случае целью является разработка системы преобразования подсознательных процессов формирования сна и мыслительных образов в реальные видеофайлы. Мыслительные образы в нашем мозгу та же естественная картинка, но не увиденная, а произведенная мозгом. А это значит, что с большой вероятностью, можно заявить, что нейронная сеть позволит преобразовывать в видео файлы мыслительные образы, а также сны. Кроме того, в перспективе, становится возможным и погружение в виртуальную реальность с помощью технологий с применением нейронных сетей. Свёрточная нейронная сеть (CNN) — специальная архитектура искусственных нейронных сетей, предложенная Яном Лекуном в 1988 году и нацеленная на эффективное распознавание изображений, входит в состав технологий глубокого обучения. Исполь-

зует некоторые особенности зрительной коры, в которой были открыты так называемые простые клетки, реагирующие на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, реакция которых связана с активацией определённого набора простых клеток. Таким образом, идея свёрточных нейронных сетей заключается в чередовании свёрточных слоёв и субдискретизирующих слоёв. Структура сети — однонаправленная (без обратных связей), принципиально многослойная. Для обучения используются стандартные методы, чаще всего метод обратного распространения ошибки. Функция активации нейронов (передаточная функция) — любая, по выбору исследователя. Глубокий CNN, обученный с контролируемым обучением для распознавания образов, формирует полностью наблюдаемую модель нервных вычислений мозга в перспективе. CNN объясняет значительную дисперсию кортикальной активности у людей, наблюдающих естественные видео. Он предсказывает и визуализирует корковые представления почти на всех уровнях визуальной обработки. Он также поддерживает прямое декодирование активности коры, чтобы восстановить и классифицировать динамические визуальные впечатления. Следовательно, ожидается, что глубокие нейронные сети, включая CNN и его будущие варианты, будут воплощать богатый набор вычислительных принципов для учета естественного видения у людей и животных. Были рассмотрены статические или искусственные стимулы на просмотр массы видеороликов. (Kamitani and Tong 2005, Haynes and Rees 2006). Однако такие стратегии слишком узко ориентированы, чтобы выявить расчеты, лежащие в основе естественного видения, а значит нужна альтернативная стратегия, которая охватывала бы сложность видения, декодирования визуальных представлений распределенной корковой активности. Несмотря на свое разнообразие и сложность, визуальный мир состоит из большого количества визуальных функций (Zeiler and Fergus 2014, LeCun et al., 2015; Russ and Leopold, 2015). Эти функции охватывают многие уровни абстракции, такие как ориентация и цвет на низком уровне, формы и текстуры на средних уровнях, а также объекты и действия на высоком уровне. На сегодняшний день глубокое обучение предоставляет наиболее полные вычислительные модели для кодирования и извлечения иерархически организованных функций из произвольных естественных изображений или видео (LeCun et al., 2015). Системы компьютерного зрения, основанные на таких моделях, эмулируют или даже превосходят показатели человека при распознавании изображений и сегментации (Крижевский и др., 2012; Он и др. 2015; Русаковский и др. 2015). В частности, построены и обучены глубокие сверточные нейронные сети (CNN) с аналогичными организационными и кодирующими принципами, такими как прямая визуально-корковая сеть (DiCarlo et al., 2012; Yamins и DiCarlo 2016). Недавние исследования показали, что CNN может частично объяснить ответы мозга (Yamins et al., 2014; Güçlü и van Gerven 2015a; Eickenberg et al., 2016) и представления (Khaligh-Razavi and Kriegeskorte 2014; Cichy et al., 2016) естественные стимулы изображения. Однако остается неясным, может ли CNN объяснить и расшифровать мозговые ответы на естественные видеоролики. Хотя динамическое естественное видение связано с прямыми, повторяющимися и обратными связями (Callaway, 2004), оно работает на мгновенный ввод, без учета периодических или обратных сетевых взаимодействий (Bastos et al., 2012; Polack and Contreras 2012). Чтобы решить эти вопросы, было получено 11,5 ч данных MPM у каждого из трех человек, наблюдая за 972 различными видеороликами, включая различные сцены и действия. Этот набор данных не зависел от размера и имел более широкий охват, нежели в предыдущих исследованиях (Khaligh-Razavi и Kriegeskorte 2014; Yamins et al., 2014; Güçlü и van Gerven 2015a; Eickenberg et al., 2016; Güçlü and van Gerven 2015a; Cichy et al., 2016) [4]. Это позволило подтвердить, обобщить и расширить использование CNN в прогнозировании и расшифровке кортикальной активности вдоль вентрального и дорзального потоков в условиях динамического просмотра.

В частности, были разработаны и протестированы модели кодирования и декодирования с отдельными данными для описания взаимосвязей между мозгом и CNN (Крижевский и др., 2012). В CNN модели кодирования использовались для прогнозирования и визуализации ответов МРТ (магниторезонансная томография) у отдельных кортикальных областей с учетом стимулов к кино; модели декодирования использовались для восстановления и классификации визуальных стимулов на основе активности ФМР (функциональный магнитный резонанс), как показано на *рис. 1* [5].

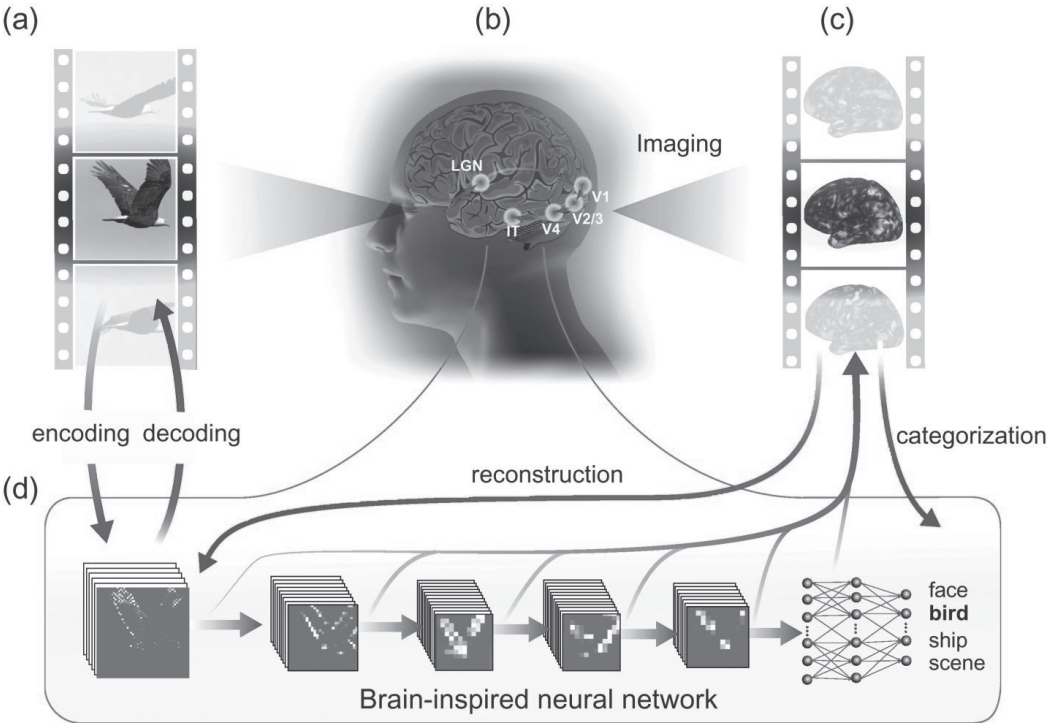


Рис. 1

Основные выводы заключаются в следующем: CNN, предназначенный для распознавания изображений, объясняет значительную дисперсию ответов fMRI (функциональная магниторезонансная томография в состоянии покоя) на сложные стимулы фильма почти для всей зрительной коры, включая ее вентральный и дорзальный потоки, хотя и в меньшей степени для дорзального потока; модели на основе вокселей[1], основанные на CNN выявили представление и избирательность категорий; CNN поддерживала прямую визуальную реконструкцию естественных фильмов, выделяя объекты переднего плана с размытыми деталями и отсутствующими цветами; CNN также поддерживала прямую семантическую классификацию, используя семантическое пространство, встроенное в CNN.

[1] Воксельная **модель** — это трехмерный растр. Подобно тому, как пикселы располагаются на плоскости 2В-изображения, так и **вокселы** образовывают трехмерные объекты в определенном объеме (*рис. 14*). **Воксел** — это элемент объема (voxel — volumeelement). Как мы знаем, каждый пиксел должен иметь свой цвет. ... Полная прозрачность **воксела** означает пустоту соответствующей точки объема. При моделировании объема каждый **воксел** представляет элемент объема определенного размера. Чем больше **вокселов** в определенном объеме и меньше размер **вокселов**, тем точнее моделируются трехмерные объекты — увеличивается разрешающая способность.

Когда человек видит фильм (a), информация обрабатывается через каскад областей коры (b), генерируя шаблоны активности fMRI (c). Для моделирования обработки кортикальной визуализации используется глубокий CNN (d). Эта модель трансформирует каждый кадр фильма в несколько слоев объектов, начиная от ориентации и цвета в визуальном пространстве (первый слой) до категорий объектов в семантическом пространстве (восьмой слой). Для кодирования эта сеть служит для моделирования нелинейной зависимости между стимулами кино и ответом в каждом месте коры. Для декодирования кортикальные ответы объединяются в разных местоположениях для оценки выходных данных функции с 1-го и 7-го уровней. Первый — для восстановления каждого кадра фильма, а последний классифицируется по семантическим категориям.

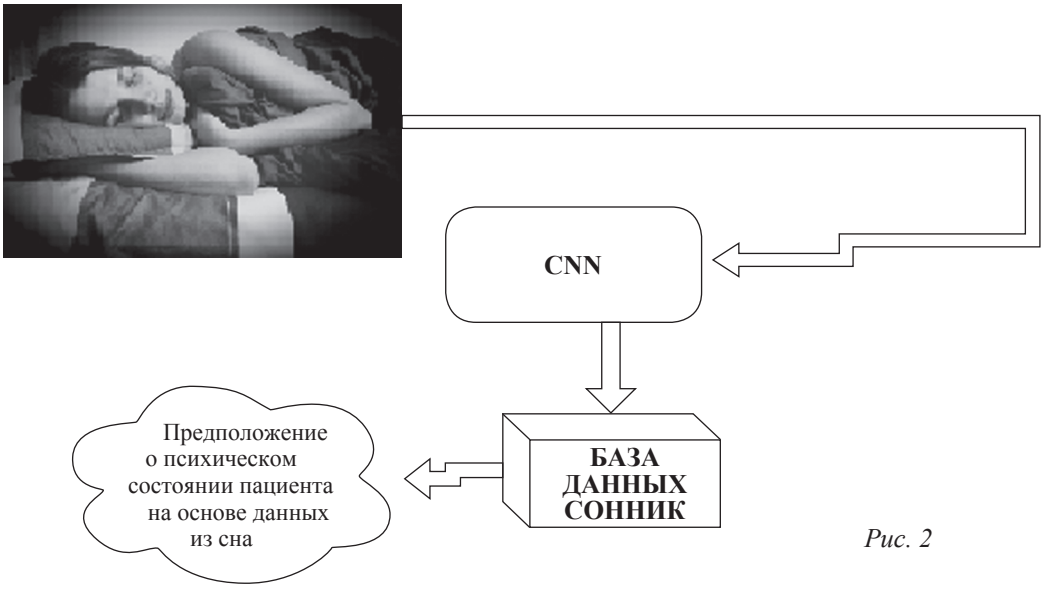


Рис. 2

Некоторые исследовательские работы в данной области, результаты и недостатки представлены в *табл. 1*.

Таблица 1

Название работы	Результаты	Недостатки
Kamitani and Tong 2005 Haynes and Rees 2006.	Были рассмотрены статические или искусственные стимулы на просмотр массы видеороликов.	Такие стратегии слишком узко ориентированы, чтобы выявить расчеты, лежащие в основе естественного видения.
Yamins et al., 2014; Güçlü и van Gerven 2015; Eicken-berg et al., 2016; Khaligh-Razavi and Kriegeskorte 2014; Cichy et al., 2016.	CNN может частично объяснить ответы мозга.	Остается неясным, может ли CNN объяснить и расшифровать мозговые ответы на естественные видеоролики.
Callaway, 2004 .	Динамическое естественное видение связано с прямыми, повторяющимися и обратными связями	Работает на мгновенный ввод, без учета периодических или обратных сетевых взаимодействий.

Таким образом, аналитический анализ состояния проблемы разработки системы преобразования подсознательных процессов формирования сна и мыслительных образов в реальные видеофайлы позволяет сформулировать требования на проведение экспериментальных работ по выявлению особенностей мыслительных процессов при «нормальных» и нарушенных функциональных способностях.

Литература

1. *Никольский А.Е., Демиденко А.К.* Подходы к разработке моделей функций мозга и сознания при взаимодействии организма с внешней средой // Вопросы кибернетики: Сборник статей /под ред. В.Г. Беликова, А.Е. Никольского. – М.: Спутник+, 2014.
2. *Ахмедов Р.Э.* Применение нейронных сетей в задачах классификации ЭЭГ-сигналов и проблемы оптимизации // Интеллектуальные технологии и средства реабилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017). – М.: МГГЭУ, 2018. – 118 с.
3. *Юнг К.* Человек и его символы. – М.: Серебряные нити, 2006. – С. 352.
4. https://pikabu.ru/story/yeksperimentyi_gennadiya_krokhaleva_4561400
5. https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1608/1608.03425.pdf.

Истомина Т.В. «МГГЭУ», Истомин В.В. «ПензГТУ»,
Белоглазов А.А., Истомина К.А. «МГГЭУ»

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «WEBMULTIMEDIC» ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛИЦ С НАРУШЕНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АПАРАТА

Аннотация: *Представлены возможности современной компьютеризированной мультидиагностической системы «WebMultiMedic» и рассмотрены перспективы ее применения для реабилитации лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата.*

Ключевые слова: *реабилитация, мультидиагностика, стабилотренажёр, электрокардиограф, элекроэнцефалограф, электромиограф, регистрации сигналов, передача данных.*

Istomina T.V. (mgeu), Istomin V.V. «Pashtu»,
Beloglazov A.A., Istomina K.A. «MGGEU»

APPLICATION QUESTIONS MULTIDIRECTIONAL SYSTEM “WEBMULTIMEDIC” FOR REHABILITATION OF PERSONS WITH DISORDERS OF THE MUSCULOSKELETAL APARATA

Annotation: *The possibilities of the modern computerized multidiagnostic system “WebMultiMedic” are Presented and the prospects of its application for the rehabilitation of persons with disorders of the musculoskeletal system are considered.*

Keywords: *rehabilitation, multiDiagnost, stabilometer, electrocardiograph, electroencephalograph, electromyograph, signal acquisition, data transmission.*

С целью объективного контроля за ходом реабилитации лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (НОДА) использован макетный образец аппаратно-программной системы на основе многопараметрической биологической обратной связи (МБОС) с использованием принципов компьютерной стабилографии и с синхронной регистрацией ряда других физиологических параметров [1].

В основе данной разработки лежит принцип интегративной медицины, предполагающей объединение нескольких методик и средств их реализации. Применение такой системы на практике сделает доступным в рамках одного сеанса обследования реализовать сразу несколько методик с синхронной визуализацией и обработкой полученных результатов.

Инновационный характер данной разработки определяется, прежде всего, сочетанием диагностических возможностей нескольких каналов диагностики, причем обеспечивается синхронное аналоговое отведение стабилограммы (СТГ), электрокардиограммы (ЭКГ), электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электромиограммы (ЭМГ), цифровая обработка биосигналов, а также визуализация и удаленная передача врачу полученной информации [1].

Клиническая эффективность применения системы для дистанционной мультидиагностики и реабилитации лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата во многом зависит от того, насколько технически грамотно решены вопросы синхронизации передачи данных и согласования медицинских методик. Кроме того, от этого зависит также обеспечение оптимальной организации работы системы в режиме удаленного доступа. Поэтому при разработке макетного образца системы для дистанционной мультидиагностики и реабилитации лиц с НОДА уделяется большое внимание решению задачи обеспечения удаленного режима работы системы «пациент – медицинское оборудование – врач», при котором

осуществляется автоматическая отправка данных в телемедицинский центр или непосредственно на компьютер лечащего врача.

Основные тенденции развития медицинской техники, на протяжении последних двух десятилетий воплощенные в аппаратуре большинства производителей этого оборудования, заключаются в существенном уменьшении габаритов и массы приборов; в использовании цифровых методов обработки сигналов; в повышении надежности приборов; увеличении ресурса работы от аккумулятора; в упрощении работы и снижении эксплуатационных расходов; а также в использовании дистанционных технологий и расширении функциональности. В процессе разработки системы для дистанционной мультидиагностики и реабилитации лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата учтены перечисленные требования, особенно, в части ее многофункциональности.

Разработанная система для дистанционной мультидиагностики и реабилитации лиц с НОДА относится к классу телемедицинских системы биомониторинга (динамического наблюдения), которые применяются для наблюдения за пациентами, страдающими хроническими заболеваниями, а также для контроля состояния здоровья больных на дому. Актуальным направлением развития таких систем является их миниатюризация, а также минимизация количества датчиков и увеличение длины кабелей отведений.

Рассмотренные перспективные направления развития телемедицинских систем были учтены в процессе доработки используемой системы для дистанционной мультидиагностики и реабилитации лиц с НОДА.

В результате применения ожидается улучшение здоровья населения РФ, что даст дополнительный экономический и социальный эффект в виде увеличения продолжительности активной составляющей жизни.

Аппаратная часть системы состоит из четырех приборов, которые подключаются к пациенту посредством электродов и усилителя биосигналов. Синхронизация работы каналов обеспечивается специальным блоком — концентратором [1]. Высокая информативность результатов измерений мультидиагностической системы достигается только при условии работы всех её диагностических каналов в едином времени. При этом появляется всестороннего возможность всестороннего исследования взаимосвязи мониторируемых параметров в динамике и получения совершенно новой диагностической информации, недоступной ни одному из отдельных приборов, входящих в её состав. Это положение полностью соответствует принципу системности, а время в этом случае выступает в качестве основного системообразующего фактора. В отсутствии синхронизации диагностических каналов система превращается в обычный набор приборов — диагностический комплекс, обладающий существенно меньшими возможностями.

- Использованы технические средства, перечисленные ниже.
- Стабилотренажёр, электрокардиограф, элекроэнцефалограф и электромиограф объединены на базе специализированных аппаратных и программных средств компании БИОСОФТ-М [2] в единый комплекс дистанционных исследований пациентов вне стационаров и лечебных учреждений на дому или в других условиях возможного нахождения лиц с ограниченными возможностями по оказанию специализированной высококвалифицированной медпомощи [3].
- Регистрация сигналов с пациента/ов и их передача медицинскому персоналу осуществляется по каналам проводного и беспроводного (мобильного) Интернет через Web-сервер функциональной диагностики. Авторизация врача и пациента на Web-сервере выполняется автоматически по ключам, содержащих коды идентификаторов и лицензии на виды операций с данными и режимами обследования [4].
- Web-сервер функциональной диагностики реализует облачный сервис для поддержки удалённых коммуникаций в режимах on- и off-line обследований, набор операций, вы-

полняемых врачом в ходе анализа и обработки результатов диагностики, хранение данных пациента и видеосвязь для удалённых консультаций [4].

- Кабинет врача и пациента оснащаются специализированным программным обеспечением и лицензионными ключами. Каждый ключ выполняет идентификацию врача/пациента на Web-сервере и лицензирует набор функциональности для задач регистрации, обработки и анализа данных диагностики. Так, ключ пациента позволяет автоматически ассоциировать потоки диагностической информации на сервере с данными его регистрационной карточки, ключ врача - организовать доступ к пациентом определенной категории и разрешённым функциям обработки сигналов диагностики.

Доступны следующие функции.

- ON-line передача полного объёма диагностической информации (нативные сигналы, расчётные индексы, аудио- и видео- данные), регистрируемой при обследовании пациента одновременно несколькими приборами, по каналам мобильного/спутникового/проводного Internet на IP-адрес медицинского абонента.
- Визуализация в режиме реального времени полного объема регистрируемой с удалённого пациента диагностической информации и видеоданных на PC медицинского абонента в сети Internet.
- Комплексный мониторинг с синхронизацией всех каналов регистрации и дистанционным конфигурированием аппаратно-программных средств функциональной диагностики в режиме реального времени.
- Синхронизированная регистрация физиологических характеристик удалённого пациента и видеоданных с Web-камеры в режиме мониторинговых исследований и удалённой консультации.
- Администрирование Web-сервера функциональной диагностики для обеспечения надёжности передачи данных, оптимизации трафика, анализа статистики и ведения базы данных результатов удалённых исследований.
- Авторизация доступа медицинского персонала к результатам удалённой диагностики и средствам их обработки на Web-сервере.
- Полная синхронизация регистрируемой с удалённого пациента информации и отображаемых медицинскому персоналу данных в режиме ON-Line исследований по каналам Internet.
- Обработка результатов исследований и подготовка заключения на Web-сервере удалённых исследований.
- Передача регистрируемой с удалённого пациента информации по нескольким IP-адресам группе медицинских экспертов для ON-Line консультации или подготовки совместного заключения [1].
- Обеспечение возможности ON-Line трансляции результатов мониторинга состояния удалённого пациента на мобильные PC медицинского профиля.

Комплекс ВебМультиМедик работает в следующих режимах [1]:

- регистрация пациента в базе данных WinPatientExpert;
- конфигурирование и настройка модулей комплекса;
- регистрация и передача результатов мультидиагностики по каналам Интернет;
- дистанционный доступ медицинского персонала к результатам обследований.

Все результаты дистанционных исследований сохраняются в базе данных WinPatientExpert для последующего просмотра, создания и архивирования карт пациентов с поддержкой автоматической подготовки протоколов и заключений. Дистанционный доступ к результатам обследования по каналам Internet осуществляется с рабочего места врача. Необходимо выполнение следующих требований:

Рис. 4. Функциональная схема ВебМультиМедик [1]

- компьютер врача должен быть подсоединён к Internet и на нём должно быть предустановленна клиентская часть программного обеспечения комплекса,
- лицензионный ключ врача должен быть вставлен в USB-порт его компьютера,
- поле «Ключ BSK» регистрационной карточки обследуемого пациента должно содержать номер его лицензионного ключа для обеспечения правильной идентификации результатов обследования пациента в режиме дистанционной мультидиагностики,
- режим дистанционного доступа осуществляется из открытой базы данных WinPatientExpert [4]. Программное обеспечение ВебМультиМедик реализует процесс исследования пациента в виде последовательности шагов. Каждый шаг соответствует определенному этапу обследования: настройки, установки каналов измерений, регистрации сигналов, передачи данных мультидиагностики на Web-сервер, скачивание данных с Web-сервера и автоматическая ассоциация их с карточкой пациента в базе данных WinPatientExpert, подготовка заключения и документирование. Каждому шагу соответствует своё оформление пользовательского интерфейса Unimonex Home [1]. При этом пользователь реализует режим дистанционной мультидиагностики постурологических больных.

Только при этих условиях и наличии работающего канала Internet (проводной/спутниковый/мобильный) возможна реализация дистанционного обследования. Если по каким-либо причинам в момент передачи данных связь была прервана, то при её включении ВебМультиМедик перешлёт врачу недостающие результаты обследования. Если указанные выше условия выполнены, то одновременно с пересылкой результатов мультидиагностики на

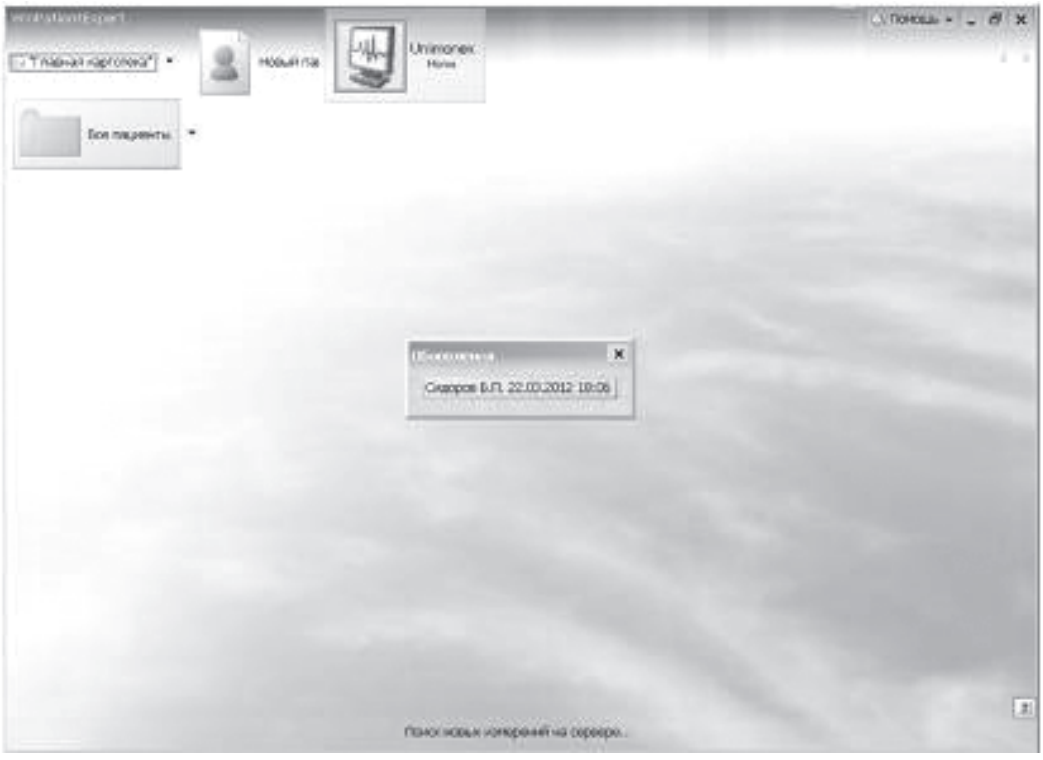


Рис. 5. Пример сообщения о начале поиске измерений на Web-сервере

Web-сервер начнётся их скачивание на PC врача. Система автоматически идентифицирует пациента и выдаст на экран монитора сообщение, в котором указаны ФИО пациента, дата и время его обследования. В нижней части экрана появится сообщение о начале поиске на Web-сервере (*рис. 5*) [4].

Таким образом, результаты проведенных обследований хранятся на Web-сервере до момента их считывания медицинским специалистом. В настоящее время получены первые результаты контроля за ходом реабилитации лиц с НОДА, которые позволяют сделать вывод о повышении координации и уменьшении двигательного тремора.

Литература

1. *Istomina T.V., Safronov A.I., Istomin V.V., Filatov I.A., Zagrebin D.A., Puchinian D.M., Kondrashkin A.V., Karpickaya S.A.* Multichannel biopotential network analyzer for remote rehabilitation of patients with postural deficiencies // New York: Biomedical Engineering. – T. 48, – № 3, 2014. – C. 120–125.
2. ttps://www.biosoft.m.ru/.
3. *Гроховский С.С., Кубряк О.В., Филатов И.А*. Архитектура сетевых медицинских систем для оценки функции равновесия (стабилометрия) и комплексной оценки состояния человека // «Информационно-измерительные и управляющие системы». – № 12. – Т. 9. – 2011.
4. http://www.biosoft.m.ru/%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8F_WinPatientExpert/.

Истомина Т.В. «МГГЭУ», Никитина А.С. «НИУ МЭИ»

АЛГОРИТМ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СТАБИЛОГРАФИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МУЛЬТИДИАГНОСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «WINPATIENTEXPERT»

Аннотация: *Рассмотрены области применения метода стабилометрии и приведен обзор стабилометрического оборудования. Дано обоснование выбора используемой платформы. Рассмотрены современные существующие методики и разработана методика для проведения стабилометрических обследований студентов.*

Ключевые слова: *стабилография, обследование, наружное равновесие, биологическая обратная связь, нарушение баланса, антропометрические факторы, тест Ромберга, точечные диаграммы.*

Istomina, T.V. «MGGEU»,
Nikitina A.S. (national research UNIVERSITY «MPEI»)

THE ALGORITHM AND TECHNIQUE OF STABILOGRAPHIC EXAMINATION OF STUDENTS WITH THE HELP OF SPECIAL SOFTWARE MULTIDIRECTIONAL SYSTEM “WINPATIENTEXPERT»

Annotation: *The fields of application of the method of stabilometry are Considered and the review of the stabilometric equipment is given. The substantiation of the choice of the used platform is given. The modern existing methods are considered and the technique for carrying out stabilometric examinations of students is developed.*

Keywords: *stabilography, inspection, door balance, biofeedback, impaired balance, anthropometric factors, Romberg test, scatter plot.*

На сегодняшний день расстройства равновесия являются одной из важных проблем здоровья человека. Эта тематика является актуальной, ведь расстройства равновесия не только приводят к ухудшению качества жизни пациентов, но и ограничивают их профессиональную деятельность, а также могут быть причиной временной или стойкой нетрудоспособности.

Известно, что удержание равновесия является сложным видом двигательной деятельности. Зачастую непросто провести дифференциальный диагноз и выявить изначальную причину, повлекшую за собой нарушение функции равновесия. Здесь на помощь и приходит метод компьютерной стабилометрии, являясь одним из основных методов в науке о процессах сохранения, управления и регуляции баланса тела в норме и патологии.

Необходимо отметить, что важной особенностью метода стабилометрии является не только выявление нарушений в балансе человека и причины их возникновения, а также и проведение стабилометрических тестов в лечебных целях, в процессе обучая пациента. Так, при помощи компьютерных систем обратной связи пациент, стараясь пройти тест, тренирует тем самым нарушенное равновесие. При проведении стабилографических тестов также задействован и вестибулярный аппарат, который улучшается с качеством проведенного теста. Таким образом, повторное проведение исследования повышает объективность оценки эффективности проводимой терапии, что также является преимуществом метода.

Несмотря на то, что метод компьютерной стабилометрии применяется сравнительно недавно, он приобретает все большее значение в различных областях медицины: ортопедия, оториноларингология, неврология, реабилитация. Стабилометрия имеет такие широкие возможности благодаря различным способам исполнения обследований: статические или динамические тесты. Также одной из важнейших особенностей стабилометрии является наличие биологической обратной связи, что дает возможность использования метода в реабилитации больных посредством прохождения специальных стабилометрических тестов. На возникающие отклонения результатов параметров стабилометрических обследований могут оказывать влияние различные антропометрические факторы.

Итак, целью данной работы является разработка алгоритма и методики для проведения стабилометрического обследования студентов с помощью специального программного обеспечения мультидиагностической системы «WinPatientExpert» и стабилометрической платформы ST-150.

Стабилоплатформа — это электронное устройство для регистрации колебаний ЦД, трансформации сигнала и передачи в реальном времени данных измерений для расшифровки и анализа в компьютер, с целью получения объективной информации о состоянии двигательно-координационной системы.

Стабилоплатформа ST-150 имеет ряд преимуществ: малый вес, малая потребляемая мощность, удобный тип питания, а также платформа ST–150 может использоваться для различных методик проведения стабилометрических исследований: стоя, сидя и лежа, что дает возможность подобрать способ обследования пациентов в соответствии с их индивидуальными особенностями.

Цель разработанной в данной работе методики проведения стабилометрического исследования заключается в статистическом анализе результатов теста Ромберга при двух режимах относительно существующих норм, полученных французским постурологическим обществом в 1985 г., а также в выявлении зависимости влияния антропометрических факторов на выходные результаты теста.

Предложенная методика содержит три этапа.

1. В подготовительный этап входит определение выборки обследуемых, выбор и требования, предъявляемые к используемому в стабилометрическом тесте оборудованию. В выборке участвуют 30 студентов: 15 студентов мужского пола и 15 женского пола. Число обследованных выбрано таким образом, чтобы установить зависимость стабилометрических данных по критерию отношения студентов к разному полу.
2. Основная часть методики включает выбор анализируемых стабилометрических параметров, стойки пациента, а также ход проведения тестирования. Выбраны анализируемые параметры теста Ромберга: положение ЦД, площадь статокинезиограммы, коэффициент LFS, коэффициент Ромберга.

   При исследовании применялась европейская стойка: пятки вместе, носки разведены на угол в 30 градусов. Обследуемый проходит тест Ромберга, состоящий из двух режимов с открытыми и закрытыми глазами (ОГ и ЗГ), с помощью платформы ST-150. В соответствии с целью методики, учитывались антропометрические факторы: рост, вес, пол, спортивная подготовка.

Заключительный этап: содержит анализ результатов обследования.

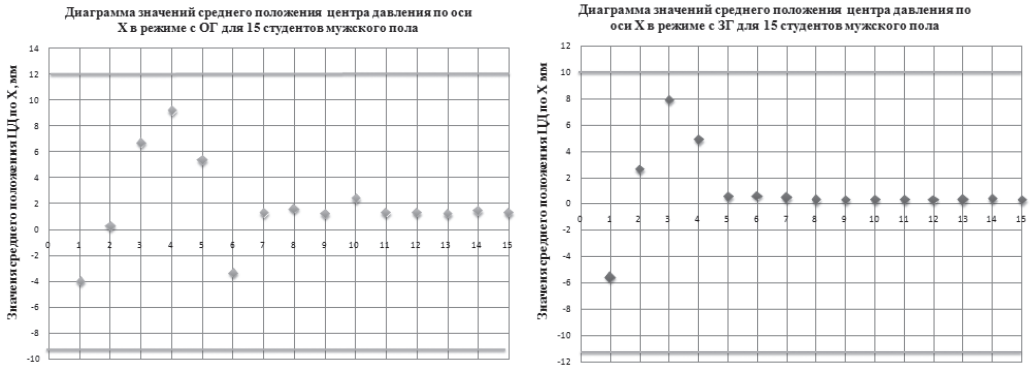
После получения результатов, они были структурированы относительно пола студентов и сопоставлены с нормативными данными, где диапазоны нормальных значений параметров определены для мужчин и женщин в двух режимах теста с доверительным интервалом, равным 95%.

В *табл. 1* представлена часть результатов стабилометрического теста Ромберга, где выделенные значения являются отклонением от нормы.

Таблица 1. **Результаты Пробы Ромберга 30 студентов**

Название	Обозначение	Режим	Студенты						
			1	2	3	4	5	6	7
			м	ж	м	ж	ж	ж	м
Коэф. Ромберга	QR		147	134.9	142.4	220	101.5	150.97	125.25
Среднее положение ЦД по X	~ X, мм	ОГ	-3.97	-8.38	0.29	0.77	0.78	1.57	6.69
		ЗГ	-5.59	-8.73	2.65	1.24	0.08	4.47	7.95
Среднее положение ЦД по Y	~ Y, мм	ОГ	-9.31	-18.57	-19.02	-0.44	-7.33	-3.03	-29.62
		ЗГ	-8.17	-16.53	-18.17	1.26	-7.33	-9.72	-29.42
Максим. Ампл. Колебаний по X	Max X, мм	ОГ	7.12	14.26	7.27	3.98	4.16	9.09	8.48
		ЗГ	7.75	13.38	8.02	5.23	5.38	13.93	9.63
Максим. Ампл. Колебаний по Y,	Max Y, мм	ОГ	11.05	20.03	19.02	5.82	12.93	10.70	29.62
		ЗГ	11.77	20.53	20.37	6.19	10.97	11.61	29.43
Площадь статокинезиограммы	S, $мм^2$	ОГ	54.22	249.3	133.63	19.5	67.13	120.61	52.83
		ЗГ	74.43	335.7	163.53	42.63	52.27	141.33	125.08
Отношение длины к площади	LFS	ОГ	1.35	1.3	1.28	1.25	1.32	1.311	1.35
		ЗГ	1.2	1.2	1.1	2.66	1.25	1.28	1.32

На *рис. 1* приведен пример анализа данных с помощью точечных диаграмм по одному из рассматриваемых параметров.



а) б)

Рис. 1. Диаграмма значений среднего положения ЦД по оси X для 15 студентов мужского пола: а — с открытыми глазами; б — с закрытыми глазами

В работе был проведен статистический анализ выходных данных эксперимента с помощью нормального закона распределения (НЗР), показывающий распределение значений выборки. Наиболее информативным параметром в тесте Ромберга является коэффициент Ромберга.

НЗР характеризуется плотностью вероятности вида

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где σ — среднеквадратическое отклонение (СКО) величины m; m — мат. ожидание.

Запишем формулы для нахождения дисперсии коэффициента Ромберга:

$$\sigma_{QR_м}{}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(QR_{м_i} - m_м\right)^2}{N_м - 1};\quad \sigma_{QR_ж}{}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(QR_{ж_i} - m_ж\right)^2}{N_ж - 1}, \tag{2}$$

где $QR_{м_i}$ — значение параметра коэффициента Ромберга для i-го студента мужского пола, $QR_{м_i}$ — значение параметра коэффициента Ромберга для i-го студента женского пола, $N_м$ и $N_ж$ соответственного число исследуемых студентов мужского и женского пола. За математическое ожидание принимается среднее значение параметра коэффициента Ромберга для всех исследуемых женщин и мужчин отдельно. На *рис. 2–4* приведены некоторые графики

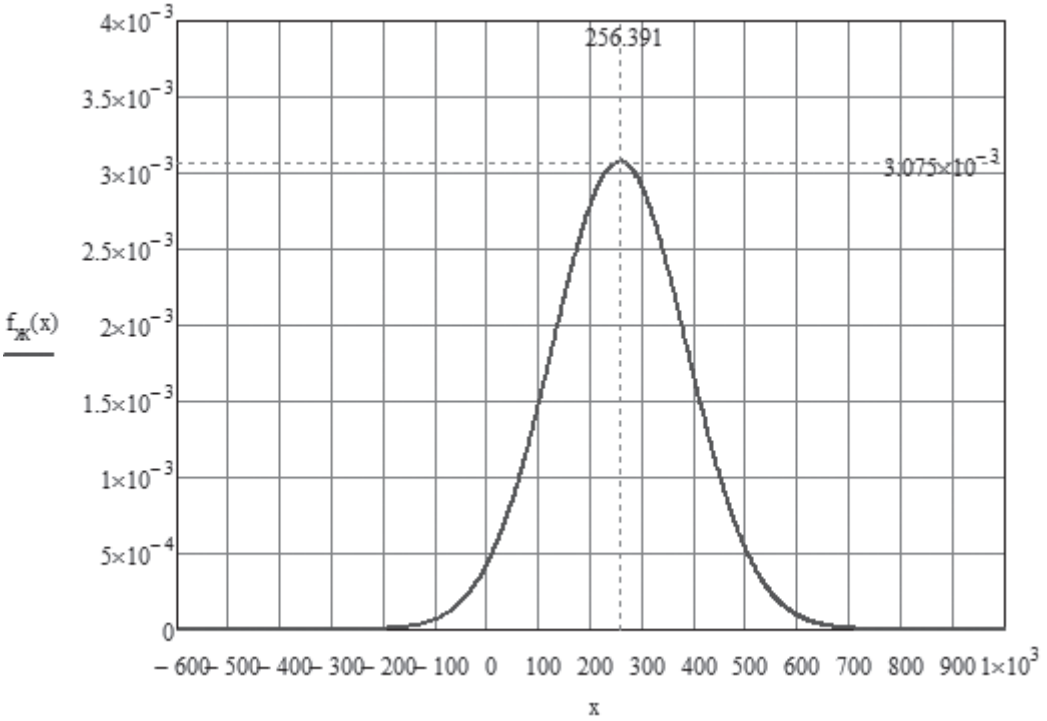


Рис. 2. График НЗР коэффициента Ромберга по результатам эксперимента для студентов мужского и женского пола (зеленый график — ЗР для студентов мужского пола, синий — для студентов женского пола)

законов распределения коэффициентов Ромберга, полученные в ходе работы, для студентов мужского и женского пола. Для сравнения на них представлены законы распределения в норме, взятые из открытых источников.

В данной работе были разработаны методика и алгоритм для проведения исследования стабилометрических параметров с целью анализа статистических данных в зависимости от антропометрических факторов и режимов теста Ромберга. При этом рассмотренные в работе средства являются качественным инструментом для стабилометрических тестов. Так, удобство, наглядность и эффективность мультидиагностической программы WinPatientExpert проявляется в представлении анализируемой информации, структурированной записи результатов, а также их хранении, что позволяет отслеживать какую-либо

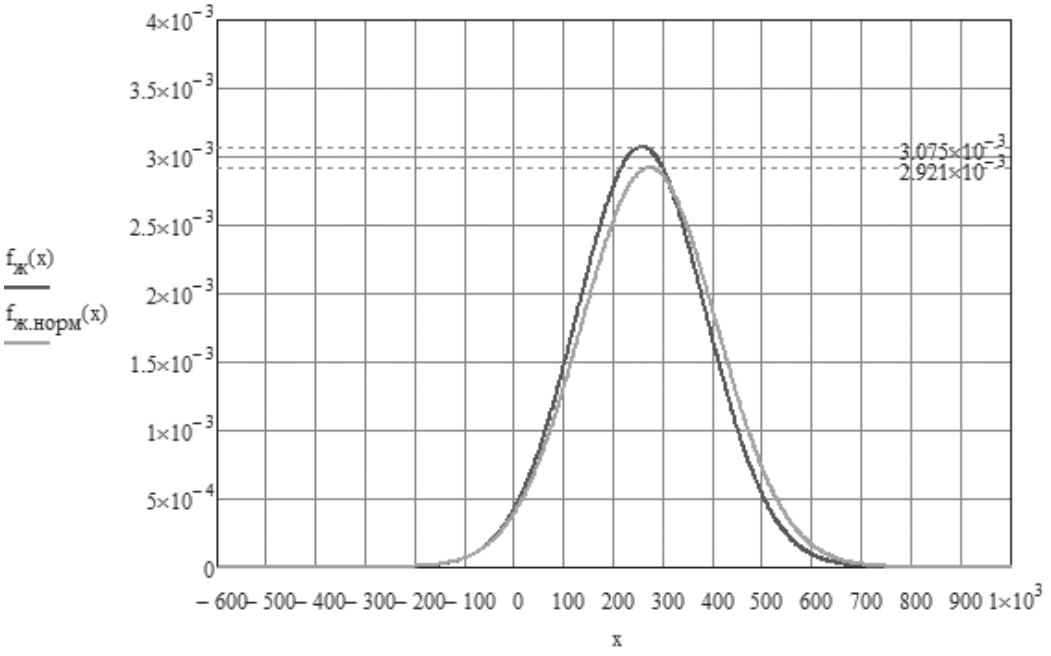


Рис. 3. График НЗР коэффициента Ромберга для обследуемых мужского пола в норме и по эксперименту (красный график — ЗР в норме, зеленый — ЗР по эксперименту)

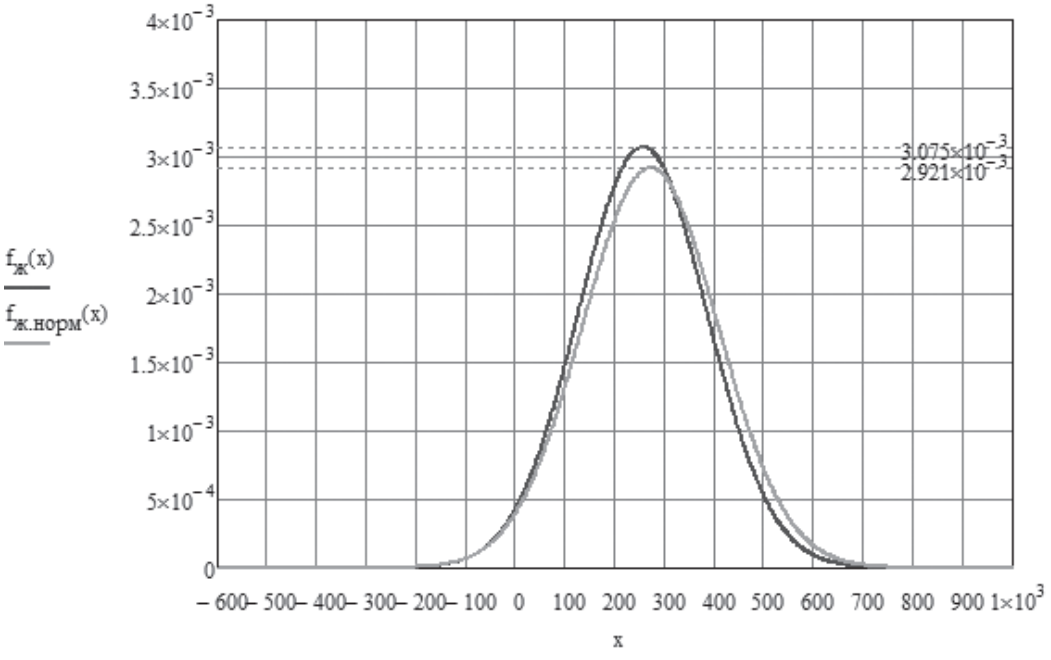


Рис. 4. График НЗР коэффициента Ромберга для обследуемых женского пола в норме и по эксперименту (оранжевый график — ЗР в норме, синий — ЗР по эксперименту)

динамику состояния обследуемого. А выбранная для исследования стабилометрическая платформа ST-150 является многофункциональной, относительно недорогой и малогабаритной.

Полученные результаты статистического исследования, проведенного на 30 здоровых студентах, показали отклонения от нормы у 6 студентов, причем 5 из них студенты женского пола без физической подготовки. Влияние режимов теста Ромберга не было установлено, поэтому можно заключить: визуальная информация не играет значительной роли в прохождении теста Ромберга для этой группы обследуемых. Однако, для получения более достоверных результатов необходимо увеличение выборки данных, т.е. привлечение большего количества обследуемых.

Результаты работы являются перспективными в общем статистическом материале, который на сегодняшний день многочисленно подтверждается или опровергается, образуя необходимую справочную информацию, учитывающую каждый из влияющих на стабилометрические параметры критериев.

Также отметим, что анализ, проведенный по нормам, сформированным в 1985 г. французским постурологическим обществом, дает достоверную оценку для стабилометрических результатов здоровых студентов. Это говорит о том, что статистические данные 1985 года, несмотря на изменившийся образ жизни людей, могут использоваться и в настоящее время.

Таким образом, результаты исследования показали, что стабилометрия является удобной функциональной методикой, которая не требует больших материальных и временных затрат. Однако, несмотря на большие возможности применения метода, стабилометрия в настоящее время все еще требует точных установленных нормативных данных, включающих влияние разнообразных воздействующих на стабилометрические параметры факторов. Поэтому возрастает большой интерес к определению статического материала, а также введению метода в различные сферы не только медицинской области, но также и психологии.

Основные результаты работы.

1. Рассмотрены области применения метода стабилометрии.
2. Приведен обзор стабилометрического оборудования.
3. Указано обоснование выбора используемой платформы ST-150.
4. Описаны функциональные возможности программного обеспечения WinPatientExpert.
5. Рассмотрены современные существующие методики.
6. Разработана методика для проведения стабилометрических обследований студентов.
7. Разработан алгоритм для проведения стабилометрических обследования студентов.
8. Проведен эксперимент, устанавливающий влияние режимов теста Ромберга и антропометрических факторов на стабилометрические параметры.
9. Проведена статистическая обработка результатов экспериментальных исследований с применением специального программного обеспечения WinPatientExpert.
10. Построены графики законов распределения для экспериментальных и нормативных данных.
11. Подтверждено влияние некоторых антропометрических факторов на стабилометрические параметры.
12. Приведено описание подробной установки программы WinPatientExpert.
13. Подготовлена инструкция для использования разработанной методики в учебном процессе кафедры ОРТ НИУ «МЭИ».

Литература

1. *Скворцов Д.В.* Стабилометрическое исследование: краткое руководство/ Д.В. Скворцов. – М.: Маска, 2010. – 172 с.
2. Биомера/ Электронные средства измерений/ Стабилометрия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.biomera.ru/education/linkse/
3. *Кубряк О.В., Гроховский С.С.* Практическая стабилометрия. Статические двигательно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции: практическое пособие. – М.: Маска, 2012. – 88 с.

Истомина Т.В. «МГГЭУ»,
Лафицкова М.Г. «НИУ МЭИ»

АЛГОРИТМ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ СТАБИЛОГРАФИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ОБОРУДОВАНИЯ ST-150 «STABIP»

Аннотация: *Рассмотрена методика проведения стабилометрического обследования нарушения баланса и координации. Данное направление представляет интерес, так как позволяет получить информацию по функциям равновесия, координации и скорости реакции студентов в условии внешних мешающих факторов и для различных групп обучающихся.*

Ключевые слова: *стабилографическое обследование, функции равновесия, координация, скорость реакции, внешние факторы, оборудование, методика.*

Istomina, T.V. «MGGEU»,
Lapiccola M.G. «national research UNIVERSITY MPEI»

THE ALGORITHM AND TECHNIQUE OF STABILOGRAPHIC EXAMINATION OF STUDENTS USING EQUIPMENT ST-150 “STABIP»

Annotation: *The article Considers the methodology of the stabilometric examination disorders of balance and coordination. This direction is of interest, as it allows to obtain information on the functions of balance, coordination and reaction rate of students in the condition of external interfering factors and various groups of students.*

Keywords*: stabilographic examination, function, balance, coordination, reaction speed, environmental factors, equipment, methods.*

Компьютерная стабилография является новым и перспективным медицинским направлением, изучающим нарушение баланса и координации. Данное направление представляет интерес, так как позволяет получить информацию о различных системах организма, а обследование занимает сравнительно мало времени.

В данной работе рассмотрено применение метода стабилографии, изучено разнообразное зарубежное и отечественное оборудование, разработаны методика и алгоритм для проведения стабилографических исследований в учебном процессе. Также с использованием специального программного обеспечения «Stabip» проведен эксперимент, в ходе которого представлены: статистическая обработка результатов, построение графиков и таблиц, выводы по эксперименту, а также приведены технические характеристики стабилоплатформы ST-150 (*рис. 1*), условия ее эксплуатации, составлена программа лабораторной работы.

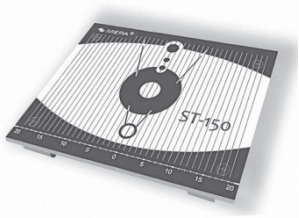


Рис. 1. Вид стабилографической платформы ST-150

В России стабилометрия только начинает набирать широкую популярность в клинической практике в силу того, что: используя различные двигательные тесты в основной стойке можно получить информацию о различных системах организма, обследование занимает сравнительно мало времени, не требуется монтажа датчиков на теле обследуемого, получаемые параметры очень чувствительны и обладают как диагностической, так и прогностической ценностью. Именно поэтому стабилометрия является весьма перспективным направлением медицинской техники, применяемое и в диагностических, и в реабилитационных целях. Данный метод исследования

организма человека может найти применение в достаточно широком спектре направлений, исследующих как психологические, так и физические способности человека, к примеру: ортопедия-травматология, ЛФК, логопедия, предрейсовый и послерейсовый контроль на транспорте, экспертиза трудоспособности, профориентация, подготовка и отбор спортсменов, оценка эффективности лечения.

Целью данной работы является разработка алгоритма и методики проведения лабораторной работы по исследованиям функциям равновесия, координации и скорости реакции студентов в условии внешних мешающих факторов.

Наиболее простыми реализуемыми методами реабилитации являются тренажеры равновесия. Это специальные компьютерные программы биологической обратной связи, основанные на визуализации положения центра давления или управления определенными действиями посредством перемещения обучаемым человеком. Основное направление тренажерных программ — развитие различных специализированных навыков координации балансировочных движений в основной стойке. В ходе работы на тренажерах равновесия решаются задачи восстановления, развития опороспособности конечности и другие задачи, связанные с управление движениями тела и его баланса. Кроме того, больной решает двигательные задачи, связанные с точностью движения, время движения (достижение цели к определенному времени), стабилизацию движения (удержание центра давления в определенной зоне заданное время).

Суть стабилографических реабилитационных методик сводится к тренировке двигательных навыков у пациентов, выполняющих задание компьютерной игры изменением положения центра давления на стабилографическую платформу с целью захвата и перемещения фигур по экрану монитора (*рис.* 2 и *3*), в соответствии со сценарием выбранной игры. При этом реализуется визуальная обратная связь, которая позволяет произвольно корректиро-

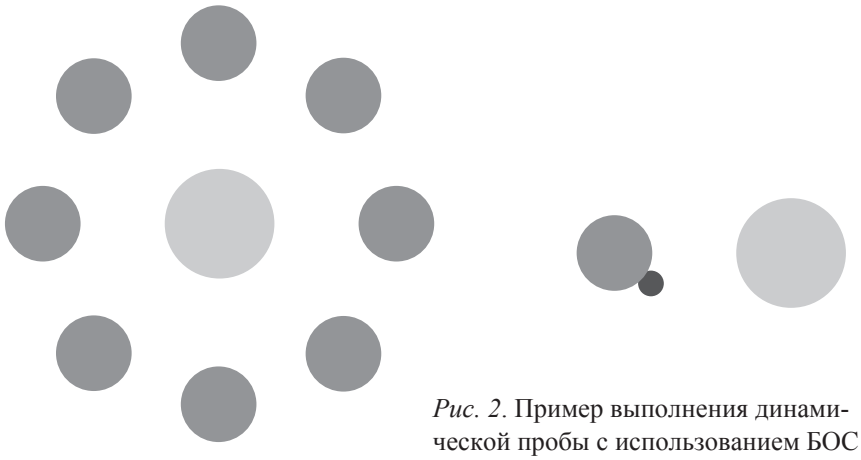


Рис. 2. Пример выполнения динамической пробы с использованием БОС

вать вертикальную позу самим больным, что позволяет формировать двигательный навык сохранения равновесия в критических, неустойчивых для него положениях. При использовании адаптивных тренажеров на основе компьютерного биоуправления с использованием обратной связи по стабилограмме реализуется дифференциальная коррекция различных звеньев афферентного контроля движений и активации мышечной деятельности.

Полученные результаты статистического исследования, проведенного на 10 здоровых студентах (*табл. 1*), позволяют сделать выводы о том, что физическая подготовка не влияет на результаты.

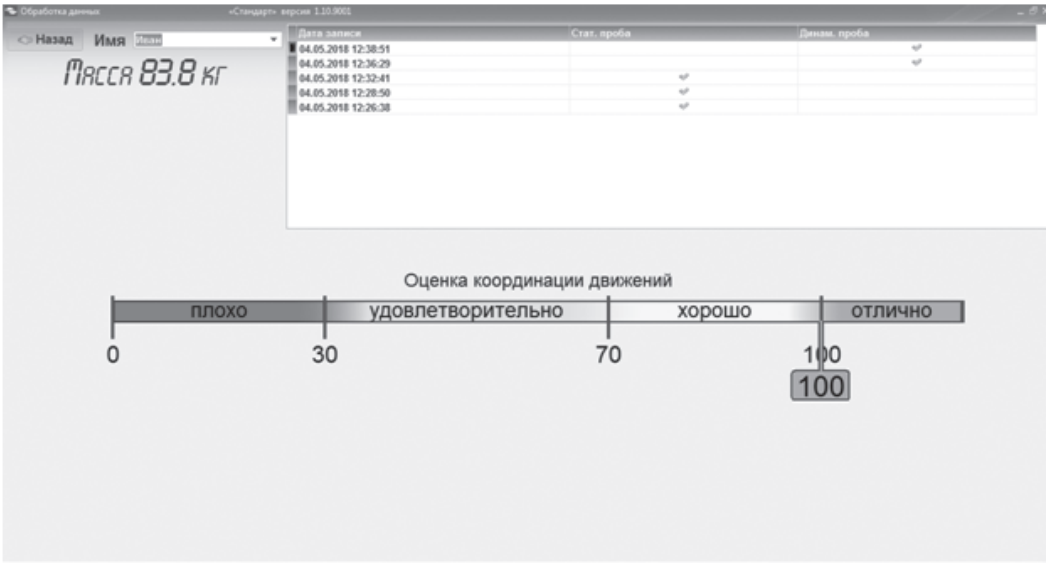


Рис. 3. Представление на экране результатов статической пробы

Таблица 1. **Исходные данные студентов и их результатов**

Номер участника	Возраст, лет	Вес. кг	Рост, см	Пол	Кол-во попыток в статике	Кол-во попыток в динамике	Кол-во попыток в статике стресс	Кол-во попыток в динамике стресс
Студент №1	21	73	174	ж	9	22	3	11
Студент №2	21	72	170	м	11	59	17	1
Студент №3	21	51	164	ж	2	47	1	1
Студент №4	21	73	177	ж	7	37	1	2
Студент №5	21	43	146	ж	4	31	3	12
Студент №6	21	59	164	ж	1	52	1	2
Студент №7	23	92	186	м	17	10	1	2
Студент №8	23	85	182	м	22	43	17	1
Студент №9	22	45	160	ж	27	30	30	7
Студент №10	21	100	185	м	26	75	1	26

Таблица 1 (продолжение). **Исходные данные студентов и их результатов**

Номер участника	Средний балл в статике	Средний балл в динамике	Средний балл в статике стресс	Средний балл в динамике стресс	ИМТ
Студент №1	85,22; 83,67	78,41	83,33; 119,67	90	24,11150746
Студент №2	86,36; 94,52	82,54	80,24; 97,35	100	24,91349481
Студент №3	78,5; 6,8	74,79	120; 101	100	18,96192742
Студент №4	78.86; 82.71	82,57	109; 120	95	23,30109483

Продолжение табл. 1

Номер участника	Средний балл в статике	Средний балл в динамике	Средний балл в статике стресс	Средний балл в динамике стресс	ИМТ
Студент №5	95; 98	82.09	103; 94,33	85	20,17264027
Студент №6	120; 116	80,96	102; 120	97,5	21,93634741
Студент №7	78,77; 86,94	82,5	120; 118	92,5	26,59266967
Студент №8	70,91; 83,68	84,19	62,65; 78,88	100	25,66115203
Студент №9	49,59; 73,74	84,7	48,84; 98,81	94,29	17,578125
Студент №10	63,31; 64,77	81,93	109; 108	82,12	29,2184076

Разделение по половому признаку имеет достаточно слабую корреляцию, объясняемую тем, что у женщин центр тяжести находится ниже, чем у мужчин и их статическое положение более устойчивое. Значение индекса массы тела играет роль, так как у людей имеющих этот индекс в норме результаты лучше на 18,25%. Однако, **для более верных результатов необходима большая выборка, т.е. большее количество обследуемых.**

Биологическая обратная связь дает положительный эффект и у большинства студентов результаты выше с ее использованием. Результаты, полученные с использованием специального звукового воздействия также лучше, чем без него.

В настоящее время компьютерная стабилография является развивающимся направлением медицинских исследований. В связи с этим, пока еще нет большой статистической выборки данных, на основании которых можно было бы делать точные и объективные выводы. Также нет принятых нормативных значений в статической и динамической пробах. Поэтому весьма актуальны работы по наработке статистических измерений и нахождению зависимостей от различных физических и психологических данных пациентов.

Таким образом, в результате проделанной работы выполнена поставленная цель и решены следующие задачи:

1) рассмотрены анатомические механизмы при поддержании статической позы человека;
2) представлена суть стабилографических исследований, дано определение биологической обратной связи и ее реализация;
3) приведен обзор технических средств, для стабилографических исследований по отечественным и зарубежным источникам информации;
4) обоснован выбор стабилометрического оборудования ST-150;
5) приведено подробное описание интерфейса программного обеспечения;
6) разработан алгоритм для проведения обследования студентов;
7) разработана методика для проведения обследования студентов;
8) проведен эксперимент, устанавливающий влияние режимов теста и антропометрических факторов на стабилометрические параметры;
9) сделана статистическая обработка результатов экспериментальных исследований;
10) на основании проведенных исследований построены графики и таблицы;
11) изучена эксплуатационная документация на стабилометрическое оборудование ST-150;
12) подготовлена инструкция для использования разработанной методики в учебном процессе кафедры ОРТ НИУ «МЭИ».

Литература

1. *Скворцов Д.В*. Стабилометрическое исследование. – М.: Маска, 2010. – 176 с.
2. ttps://www.biomera.ru/education/linkse/
3. Анатомия. Физиология. Патология / Особенности опорно-двигательного аппарата и биомеханики тела человека. – http://anfiz.ru/books/item/f00/s00/z0000012/st015.shtml

Печерский Д.К., Петрунина Е.В. «МГГЭУ»

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПСИХОЛОГИЧЕСКИ-ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В СОСТАВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация: *В работе представлена концептуальная модель подсистемы мониторинга психологически-эмоционального состояния студентов с ограниченными возможностями здоровья в составе интеллектуальной информационной системы инклюзивного образовательного процесса. Подсистема мониторинга рассматривается как сложная динамическая система, основными задачами которой являются проведение оценки текущего состояния студента, отслеживание динамики состояния, а также получение экспертных оценок и рекомендаций по повышению эффективности образовательного процесса.*

Ключевые слова*: подсистема психо-физиологического мониторинга, интеллектуальная информационная система, нечеткие множества, экспертные оценки*

Pecherskyi D.K., Petrunina E.V., «MGGEU»

DESIGNING A PSYCHO-PHYSIOLOGICAL STATE MONITORING SUBSYSTEM FOR THE DECISION SUPPORT SYSTEM OF THE EDUCATIONAL PROCESS OF STUDENTS WITH DISABILITIES

Annotation: *The purpose of this study is to outline the architectural design and the conceptual framework of system based on ontological model for education process for students with disabilities. The monitoring subsystem is considered as a complex dynamic system, the main tasks of which are to assess the current state of the student and to trace the dynamics of the state. Obtained results show that proposed monitoring subsystem provides an analytical model that can be applied in intellectual information system.*

Keywords: *intellectual information system, psycho-physiological subsystem, fuzzy set, expert assessments*

Введение

Современное состояние развития информационных технологий характеризуется процессом широкого внедрения экспертных систем в различные сферы деятельности [1]. Однако необходимо отметить, что на смену классических методов экспертных оценок приходят гибридные технологии построения экспертных систем. В основе построения экспертных систем стоят следующие основные вопросы: архитектура интеллектуальной системы, алгоритмы, область и сфера применения, реализация системы [2, 3].

Данная работа посвящена разработке гибридной модели инклюзивного процесса технологии формирования профессиональных знаний для лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Предлагаемая трехуровневая модель служит основой построения интеллектуальной информационной системы образовательного процесса лиц с нозологическими особенностями.

Модель интеллектуальной информационной системы

В основе интеллектуальной информационной системы лежит взаимодействие информационных, робототехнических средств компенсации физических функций, психофизических особенностей и формирования знаний с процессами самоорганизации системных механизмов поведения студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), в информационном пространстве формирования профессиональных знаний, умений [4].

Модель системы представляет собой взаимодействие трех экспертных подсистем, объединенных на трех уровнях детализации инклюзивного процесса.

Функциональная модель интеллектуальной системы представлена на *рис. 1*. Подсистема мониторинга является вторым уровнем онтологической модели и предназначена для отсле-

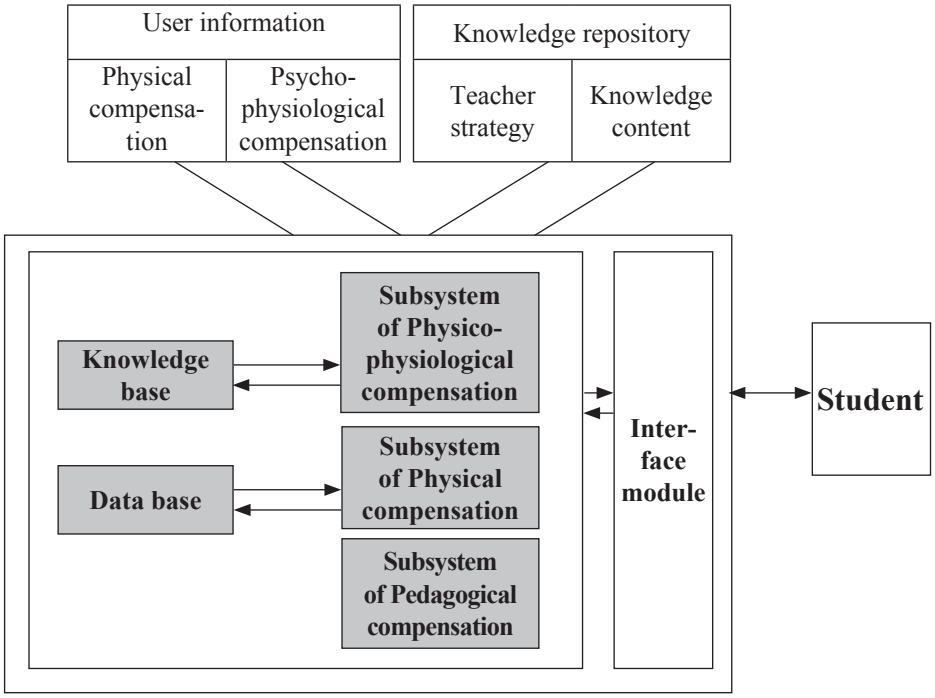


Рис. 1. Функциональная схема интеллектуальной информационной системы

живания динамики психологического и эмоционального состояния обучающихся, в основе которой лежит система тестирования. Задача тестирования множества респондентов является одной из самых сложно-реализуемых в вопросах составления статистики или получения динамики социальной системы.

Проведение любого тестирования подразумевает под собой два этапа:

- прохождение теста, состоящего из нескольких (возможно — многих) вопросов;
- обработка ответов, иногда включающая сложные математические расчеты коэффициентов и построение графиков.

Оба этапа тестирования отнимают довольно много времени, в среднем 15–30 минут для прохождения теста одним человеком, и 1–2 дня на ручную обработку и расчет итоговых показателей одного теста без построения графиков. Так как многие разновидности тестирования требуется проводить несколько раз, потери времени на обработку и само тестирование могут быть довольно критичными.

Вследствие подобных противоречий в подсистеме автоматизированы оба этапа тестирования, что позволяет получать инфографические выкладки сразу после прохождения тестирования, хранить их, а также проводить анализ динамики процесса.

Подсистема мониторинга обеспечивает следующие возможности для различных категорий пользователей:

– для администратора:
- возможность занесения справочной информации по администраторам и респондентам в БД и поддержание ее;
- возможность проведения страхового копирования БД;
- инсталляцию БД на сервере;
- инсталляцию модуля тестирования на рабочие станции;
- инсталляцию модуля обработки результатов на ПК интервьюера;
- инсталляцию модуля администрирования на ПК администратора.

– для интервьюера:
- возможность получения обработанных результатов тестирования по конкретному респонденту и тесту в электронном виде и в виде выходного документа;
- возможность получения показателей динамики в электронном виде и в виде выходного документа.

– для респондента:
- наличие простого и удобного интерфейса для тестирования;
- возможность проведения онлайн-тестирования в сетевом и монопольном режимах.

Полученная в процессе тестирования информация и хранится в БД, а затем используется для создания базы знаний интеллектуальной информационной системы образовательного процесса. Экспертная система основывается на семантическом анализе базы знаний сформированной по результатам тестирования.

Для достижения поставленной цели решаются следующих задач:
- разработка нечетко-продукционной модели выбора и алгоритма логического вывода на правилах модели;
- разработка методов идентификации параметров модели (функций принадлежности);
- разработка программного комплекса интеллектуальной информационной системы и анализ эффективности работы системы.

Разработка нечетко-продукционной модели предполагает решение следующих основных задач:
- Выбор вида нечетко-продукционных правил, как модели представления экспертных знаний о критериях.
- Разработка методики построения системы нечетко-продукционных правил для конкретного состояния.
- Разработка алгоритма логического вывода на правилах для поиска решения.

Разработка тестового приложения

Для первичного теста эффективности функциональной модели, а также интерфейса пользователя, было разработано графическое приложение на языке C# под OS Windows, разделенное на три подсистемы:

1. Подсистема администрирования — реализует функции администратора;
2. Подсистема анализа — реализует функции интервьюера;
3. Подсистема тестирования —– реализует функции респондента.

Хранение данных реализуется при помощи серверной СУБД MS SQL.

Каждая подсистема реализуется отдельным модулем приложения. Графическое представление интерфейсов модулей представлено на *рис. 2–3*.

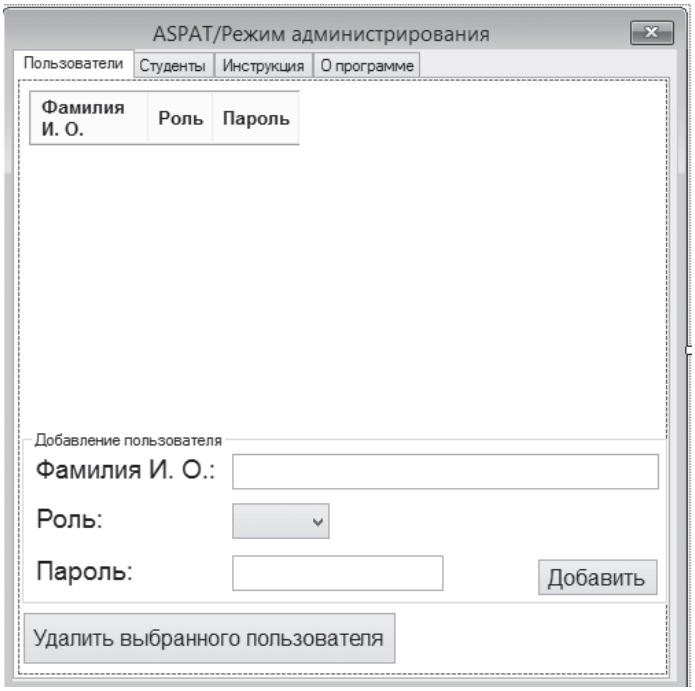


Рис. 2. Макет формы администрирования

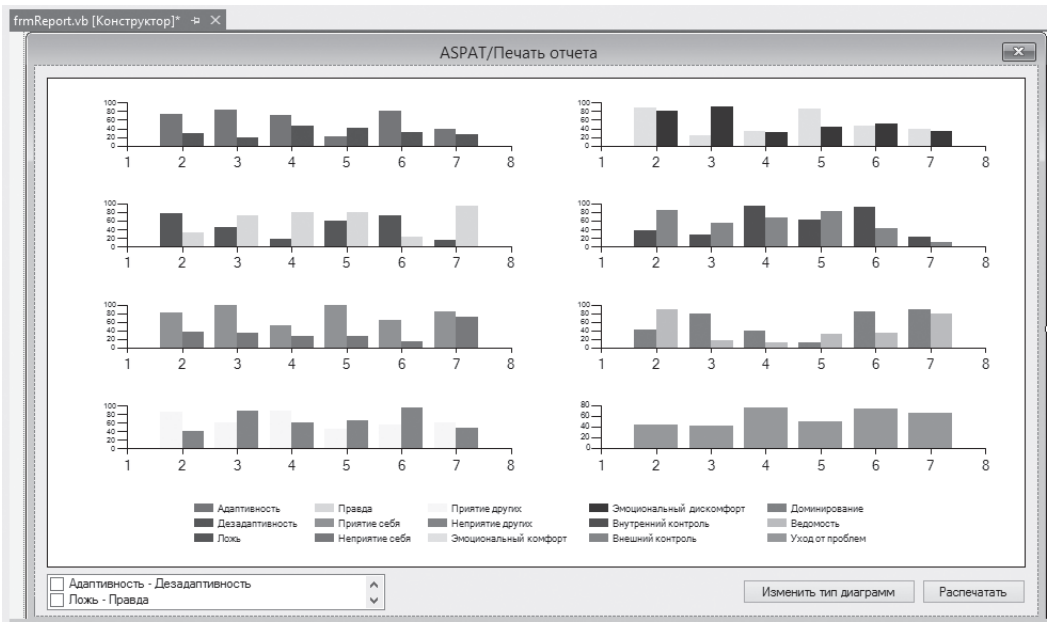


Рис. 3. Макет формы анализа

Дальнейшая реализация системы заключается в переносе с платформы приложения под OS Windows на платформу веб-приложения.

Заключение

Рассмотренная подсистема мониторинга предназначена для отслеживания динамики психологического и эмоционального состояния обучающихся и является основой для создания базы знаний психо-физиологических компенсаций и выработки экспертных оценок интеллектуальной системы образовательного процесса.

Применение данной модели позволит создать интеллектуальную информационную систему процесса инклюзивного образования лиц с ОВЗ, которая позволит повысить эффективность образовательного процесса.

Литература

1. *Sahin S., Tolun M., Hassanpour R*. Hibrid expert systems: A survey of current approaches and applications. Expert Systems With Applications. – №39(2012). – p. 4609–4617.
2. *William P. Wagner*. Trends in expert system development: A longitudinal content analysis of over thirty years of expert system case studies. Expert Systems With Applications. №76(2017), p. 85-96.
3. *Рыбина Г.В., Блохин Ю.М*. Новая технология интегрированных экспертных систем на основе использования интеллектуальной программной среды комплекса «IT-ТЕХНОЛОГИЯ» //Интеллектуальные технологии и средства реабилитациии и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017): II Всероссийская конференция. – М.: МГГЭУ, 2018. – 118 с.
4. *Никольский А.Е.* Онтологическая модель инклюзии. Естественные и технические науки №5 (107), 2017.

Московский государственный
гуманитарно-экономический
университет
«Жизнь безграничных возможностей»

РЕГИСТРАЦИЯ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
РФФИ
РОССИЙСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(ГРАНТ 18-08-20107\18)
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
(ИТСР-2018)
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РФФИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
РОССИЙСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(ГРАНТ 18-08-20107\18)
ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКИЙ ФОНД
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И СРЕДСТВА РЕАБИЛИТАЦИИ И АБИЛИТАЦИИ
ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ
(ИТСР-2018)
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

РФФИ

СЕРТИФИКАТ
РФФИ

Тальянский И.Э. (ЗАО НПП «МедИнж» г. Пенза),
Истомина Т.В. (МГЭЭГУ)

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ВНУТРИСОСУДИСТЫХ ИМПЛАНТАТОВ

Аннотация: *Рассмотрена методика проведения стабилометрического обследования нарушения баланса и координации. Данное направление представляет интерес, так как позволяет получить информацию по функциям равновесия, координации и скорости реакции студентов в условии внешних мешающих факторов и о различных системах организма.*

Ключевые слова: *стабилографическое обследование, функции равновесия, координация, скорость реакции, внешние факторы*

Taliyanskiy I.E. (ZAO NPP "medinzh" in Penza),
Istomina, T.V. (MEEGO)

THE OPTIMIZATION OF THE SOFTWARE PROCESS THE DEVELOPMENT OF INTRAVASCULAR IMPLANTS

Annotation: *The article Considers the methodology of the stabilometric examination disorders of balance and coordination. This direction is of interest, as it allows to obtain information on the functions of balance, coordination and reaction rate of students in the condition of external interfering factors and various systems of the body.*

Keywords: *stabilographic examination, equilibrium functions, coordination, reaction rate, external factors*

На сегодняшний день в России, США, Китае и странах Европы от патологий сердечно-сосудистой системы умирает больше людей, чем от всех остальных болезней. Каждый четвёртый имеет болезнь сердца, причём экономические потери достигают 50 млрд долларов. Эти данные подчёркивают актуальность болезней сердечно-сосудистой системы и говорят о необходимости борьбы с заболеваниями сердца. В настоящий момент лечение ряда пороков сердца и сосудистых заболеваний проходит только хирургическими методами, стали доступны реконструктивные методы при ранее неоперабельных случаях, а также трансплантация сердца. Совершенно новым разделом современной медицины явилось чрескожное стентирование коронарных артерий как альтернатива открытым операциям [1]. Успехи хирургии неотделимы от современных достижений науки и техники. К сожалению, в России существуют лишь 2 предприятия, выпускающих отечественную продукцию медицинского назначения для лечения острых сосудистых заболеваний. Процесс производства таких изделий очень сложен в связи с их узкой специализацией, а их разработка проходит в несколько этапов, что делает актуальным вопрос об оптимизации программного обеспечения, поэтому целью данной работы является создание методики формирования этапов технологического процесса изготовления внутрисосудистых стентов и разработка алгоритма их изготовления.

Стент — изделие цилиндрической формы малого диаметра, сделанное из металла, имеющее сетчатую структуру. Задача стента — расширение просвета сосуда для восстановления его кровотока путём раскрытия и придавливания к стенкам артерии атеросклеротических бляшек. Визуально процесс раскрытия стента показан на *рис. 1*.

Разработка внутрисосудистого стента требует учёта многих параметров и характеристик как геометрии его каркаса, так и материала, из которого он будет изготовлен. Проверка технических требований, предъявляемых к внутрисосудистым стентам, осуществляется по

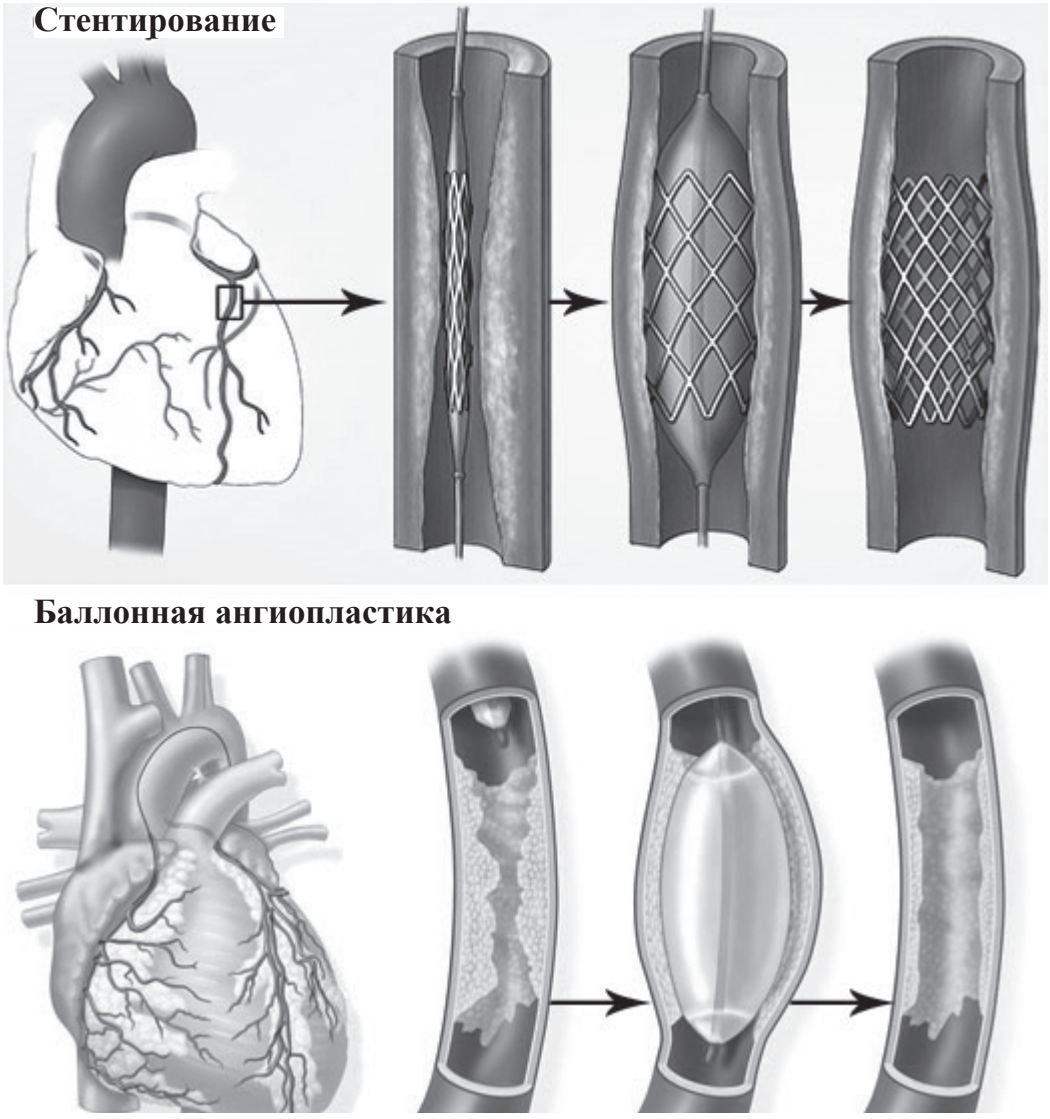


Рис. 1. Баллонная ангиопластика и стентирование артерии [1]

ГОСТ Р 52732-2007 Внутрисосудистые стенты. Разработка начинается с нахождения оптимальной геометрии каркаса стента и проверки его дизайна в различных программных средах, позволяющих провести имитационное моделирование выполняемых изделием функций для оптимизации конструкции. Далее проводится подготовка дизайна к процессу изготовления изделия. Затем полученный готовый образец проходит постобработку для придания имплантату конечного вида.

- Фактически, все этапы разработки можно представить в виде алгоритма, в рамках которого возможна определённая корректировка действий, связанных с изменением одного или нескольких параметров изделия. Это обеспечит прослеживаемость на каждом из этапов разработки внутрисосудистых имплантатов. Для этого требуется оптимизировать определённую последовательность действий каждого из этапов разработки стента и

сформировать техпроцесс по изготовлению готового образца, начиная с выбора дизайна и заканчивая готовым изделием в виде каркаса стента после лазерной резки.

- Для создания методики формирования техпроцесса изготовления стента выделены следующие этапы: разработка дизайна исходя их технических характеристик стента и его конструктивных особенностей; имитационное моделирование каркаса внутрисосудистого стента при помощи систем автоматизированного проектирования; оптимизация эскиза и подготовка к процессу лазерной резки; оптимизация ПО процесса лазерной резки стента.
- На каждом из этапов проводились необходимые работы по выявлению определённых закономерностей в работе с информацией и оптимизация ПО.

Разработка дизайна каркаса внутрисосудистого стента начинается с формирования его эскиза путём построения в среде автоматизированного проектирования КОМПАС 3D v13 развёртки последовательно соединённых между собой сегментов образца. Результат представлен на *рис. 2*.

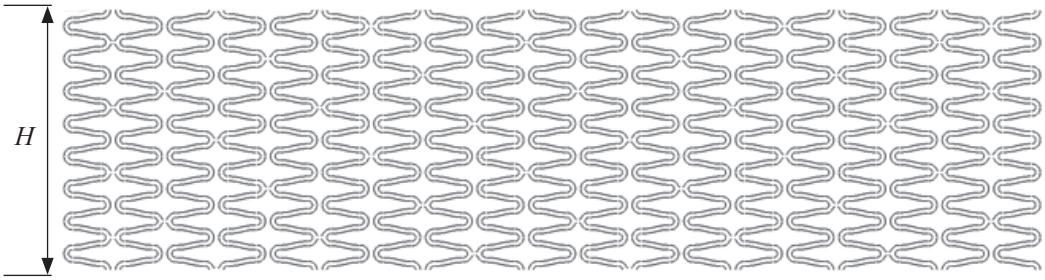


Рис. 2. Эскиз внутрисосудистого стента в программе КОМПАС 3D

После оптимизации дизайна эскиз проверялся через менеджер библиотек на отсутствие открытых и пересекающихся контуров. Этот важный момент должен быть соблюдён перед импортированием эскиза на следующий этап проектирования. Следующий этап разработки внутрисосудистых стентов основан на имитации процесса раскрытия стента до номинального диаметра для выявления критических напряжений в локальных местах конструкции. Моделирование проводилось в системе SOLIDWORKS v14. Для этого была взята готовая развёртка, импортированная из программы КОМПАС 3D, из которой сформировалась модель части стента определённой толщины. Оптимизация ПО на данном этапе заключалась в присвоении материала стенту и, при помощи мощного инструмента расчёта напряжений и перемещений, раскрытия части стента (*рис. 3*).

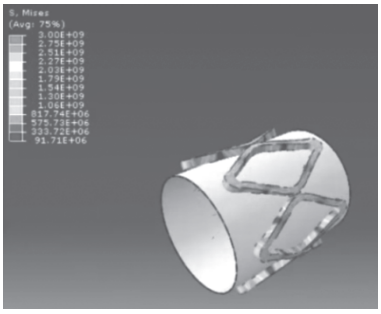


Рис. 3. Раскрытие стента до номинального диаметра

Процедура раскрытия модели стента даёт полное представление о деформационной составляющей каркаса изделия. Данный этап также служит для оптимизации геометрии каркаса в случае образования чрезмерных критических напряжений. Подобное моделирование позволяет провести измерение таких параметров как укорочение стента, обратный ход стента и сравнить их с техническими требованиями к внутрисосудистым имплантатам.

- Процесс подготовки эскиза на данном этапе разработки проводился в программной среде Cagila от компании Rofin Baasel Lasertech Для максимальной эффективности процесса лазерной резки стента требуется корректировка некоторых параметров. Для

этого была проведена оптимизация ПО по уменьшению времени реза образца путём грамотного распределения последовательности линий реза луча, и контроль контура реза для сохранения точной геометрии стента после воздействия лазерного излучения на металл.

- Во время лазерной резки стент подвергается сильному термическому воздействию. Лазерный луч так же имеет свой диаметр воздействия. На следующем этапе подготовки эскиза было оптимизировано движение лазерного луча путём его смещения на расстояние термического воздействия на образец для сохранения первоначальной геометрии и размеров стента.
- Заключительным этапом была проверка эскиза на работоспособность при помощи имитации процесса хода луча по эскизу, т.е. происходит моделирование процесса лазерной резки. После чего происходит сохранение эскиза, как показано на *рис. 4*, и создание файла специального формата для последующего этапа непосредственно лазерной резки стента.

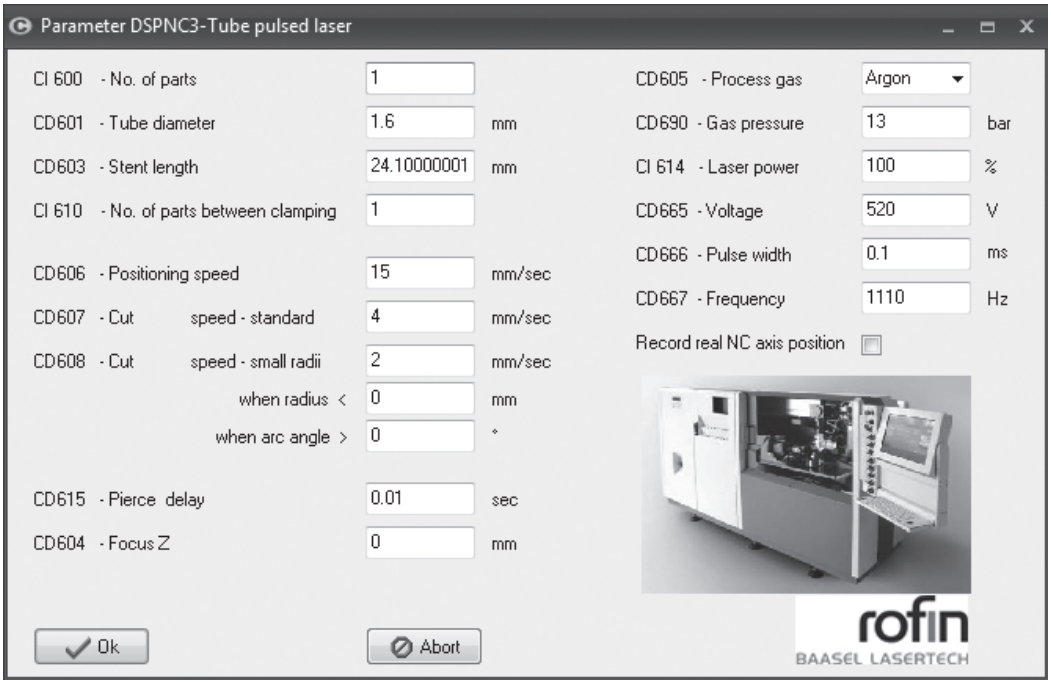


Рис. 4. Эскиз с определёнными параметрами лазерной резки

Процесс лазерной резки стентов проводился на системе прецизионной лазерной резки стентов StarCut Tube Fiber (*рис. 5*).Оптимизация ПО процесса лазерной резки стентов происходит за счёт изменения параметров лазерного излучения и настройки файла эскиза. После загрузки в систему лазера файла эскиза, были оптимизированы характеристики лазерной резки.

На данном этапе были проработаны: скорость хода луча по прямолинейным участкам эскиза; скорость перемещения между сегментами; скорость перемещения луча по извитым участкам эскиза; выбор газа для создания инертной среды; регулировка напора воды; установка шаблона параметров лазерного излучения; установка ограничения максимальных значений параметров луча. Файл с настройками представлен на *рис. 6*.

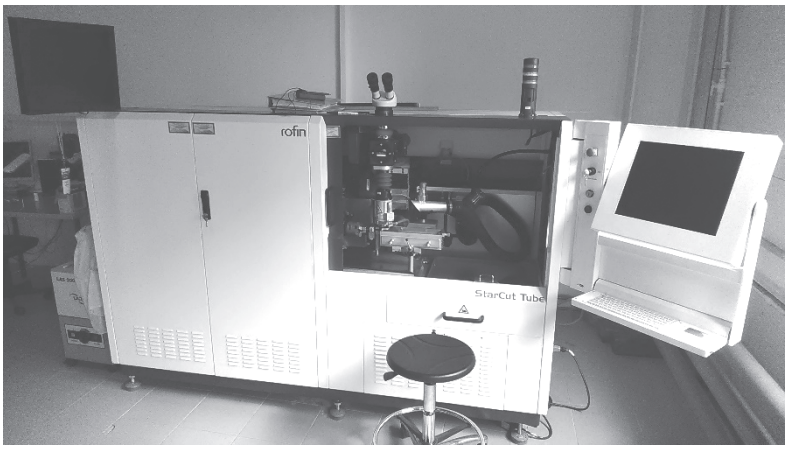


Рис. 5. Система прецизионной лазерной резки стентов StarCut Tube Fiber ▶

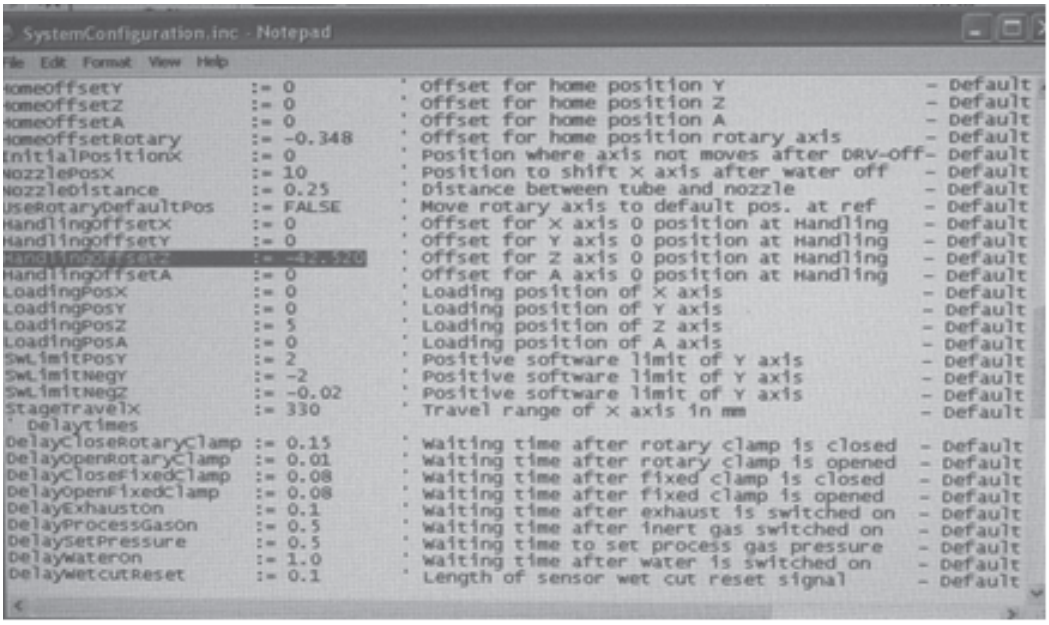


Рис. 6. Файл настройки параметров лазерной резки

Для получения качественной линии реза и определения оптимальных характеристик излучения опытным путём были выделены следующие критерии качества резки: тонкая линия реза; минимальная зона термического воздействия; минимальное количество грата; выпадение минимум 30% металла между сегментами. Толщина линии реза определяется фокусным расстоянием до трубки (*рис. 7*) [5].

После лазерной резки стентов с внутренней стороны трубки можно наблюдать нагар. Этот шлак образуется после воздействия луча на материал и выдавливания расплавленного металла внутрь трубы. Количество этого шлака характеризует правильность выбора параметров лазерной резки. И чем его меньше, тем качественней становится резка в целом и легче проводить постобработку изделия в виде очистки стента от лишнего металла между сегментами [8]. Для подбора оптимальных параметров лазерной резки было проведено моделирование мощности лазерного излучения. Настройка параметров луча производилась с помощью интерфейса (*рис. 8*).

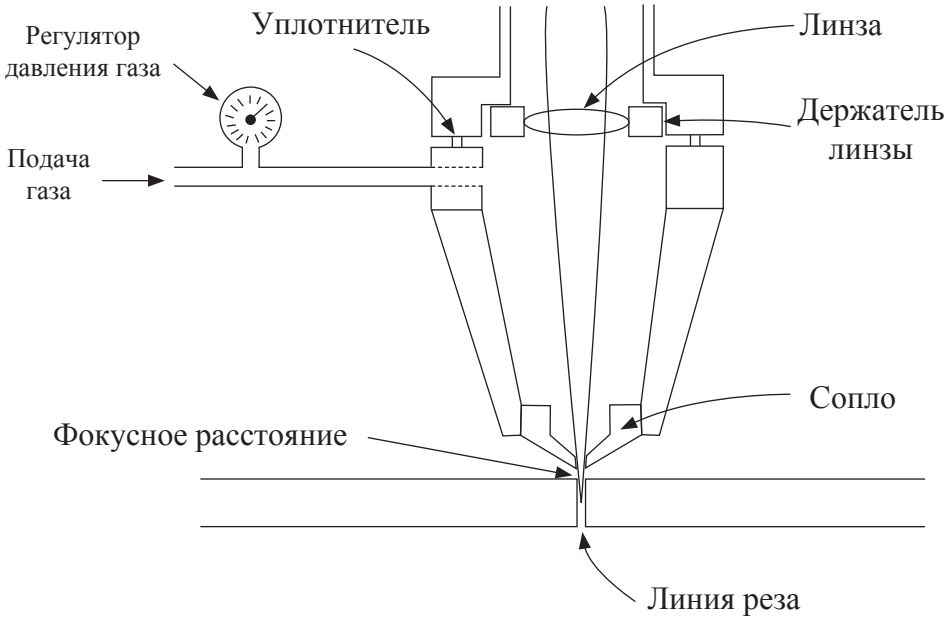


Рис. 7. Схематическое изображение процесса лазерной резки стента

Лазерная резка стентов осуществляется при изменении следующих параметров: P — пиковая мощность излучения (Вт), F — частота излучения (Гц), τ — длительность импульса (μс), E — энергия импульса (мДж).

Пиковая мощность импульса вычислялась по следующей формуле [5]:

$$P = \frac{E}{\tau} \qquad (1)$$

■ При различных операциях с большинством материалов общая пиковая мощность не превышает 1000 Вт. С учётом малой толщины трубки, это значение уменьшается в несколько раз.

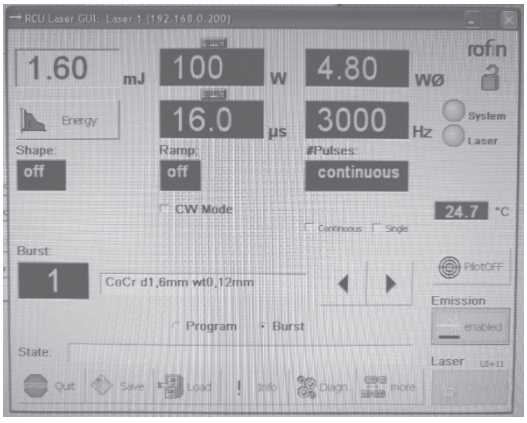


Рис. 8. Интерфейс настройки параметров лазерной резки стента

Система лазерной резки стентов StarCut Tube Fiber представляет собой импульсный волоконный лазер, окружности импульсов могут пересекаться при определённой частоте работы луча, как показано на *рис. 9* [5].

Так как лазерный луч проводит резку в импульсном режиме, пиковая мощность перекрытого участка соседних пучков была рассчитана как [5]:

$$Pp = \frac{v}{d_{ef} f} \qquad (2)$$

Таким образом, зная диаметр пучка, скорость резки и частоту следования луча, по формуле 2 можно рассчитать пиковую мощность излучения для трубки малого диаметра. Также

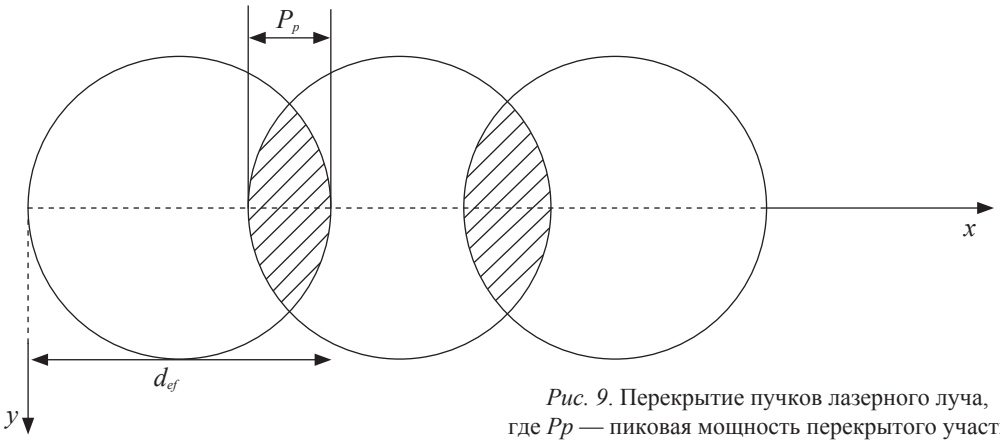


Рис. 9. Перекрытие пучков лазерного луча,
где *Pp* — пиковая мощность перекрытого участка,
d_{ef} — диаметр фокусного луча, *f* — частота импульса

опытным путём было определено, что значение пиковой мощности перекрытых участков не должно превышать $5 \cdot 10^{-7}$ Вт и быть меньше $1 \cdot 10^{-7}$, т.к. в противном случае возникает широкая зона термического воздействия, что отрицательно сказывается на качестве образца, или недостаток пробивной способности луча. Кроме того, исходя из параметра энергии импульса по формуле 1 была рассчитана мощность излучения для трубки, диаметром 1,6 мм. Для коронарного стента она оказалась в пределах от 80 Вт до 100 Вт. В результате проведенного моделирования, был сформирован шаблон характеристик лазерного излучения, имеющий точные значения его рабочих параметров, а именно частоты излучения, длительности его импульса, пиковой мощности лазерного луча и общей энергии выхода. Методом последовательного разбиения технологических этапов была разработана методика формирования техпроцесса изготовления внутрисосудистых стентов, основанная на работе с графической и математической информацией и на возможности выделения определённых этапов проектирования для корректировки и прослеживаемости разработки образца внутрисосудистого стента, начиная с формирования дизайна и заканчивая конечным изделием. Поэтому встала задача разработки алгоритма действий, формализующего механизм перехода от одной стадии разработки к другой и позволяющего проводить оперативное отслеживание изделия на любом этапе разработки. Алгоритм этапов изготовления готовых образцов внутрисосудистых стентов представляет собой зависящие друг от друга оптимизированные операции по формированию условий для поэтапной разработки готового образца начиная с входных данных на внутрисосудистый стент, заканчивая выходом каркаса стента после лазерной резки. Алгоритм начинается с технических требований на разработку внутрисосудистых стентов, исходя из чего происходит закупка трубок малого диаметра из определённого материала. Так как время прибытия трубки измеряется несколькими месяцами, производится работа над дизайном стента и формируется его эскиз. Для этого учитываются следующие параметры: длина стента; толщина трубки; ширина сегментов; ширина перегородок; расстояние между сегментов; количество сегментов на ряд; высота сегментов; дизайн перемычек; общий дизайн сегментов.

- После формирования эскиза, проводится имитационное моделирование процесса раскрытия сегмента стента до номинального диаметра. Модель сегмента стента проверяется при помощи систем автоматизированного проектирования на критические напряжения в местах изгибов сегментов. После чего делается вывод о пригодности разработанного дизайна. Если модель стента не получает чрезмерных нагрузок и способна раскрыться на требуемую величину, эскиз переходит к следующему этапу подготовки

к процессу лазерной резки. Если модель стента не проходит испытание имитационным моделированием, эскиз на его основе дорабатывается (*рис. 10*).

■ Затем начинается оптимизация параметров его геометрии. Существует отклонения в геометрии эскиза: контур не достроен, контур не замкнут, пересечение линий, наложение линий, не правильно выбрана геометрия точки входа в эскиз, не правильно выбрано место точки входа в эскиз. Если эти нарушения невозможно исправить непосредственно в программе редактирования, эскиз требуется доработать. Если эскиз прошёл все этапы подготовки, можно создавать файл эскиза с определёнными параметрами. После подготовки эскиза производится процесс настройки параметров лазерного излучения. Как только параметры выставлены, запускается лазерная резка стента. Если образец стента удовлетворяет критериям качества, образец отправляется на постобработку. Если качество реза не удовлетворительно, проводится корректировка параметров лазерного излучения, либо корректируется дизайн. Полный алгоритм представлен на *рис. 11*.

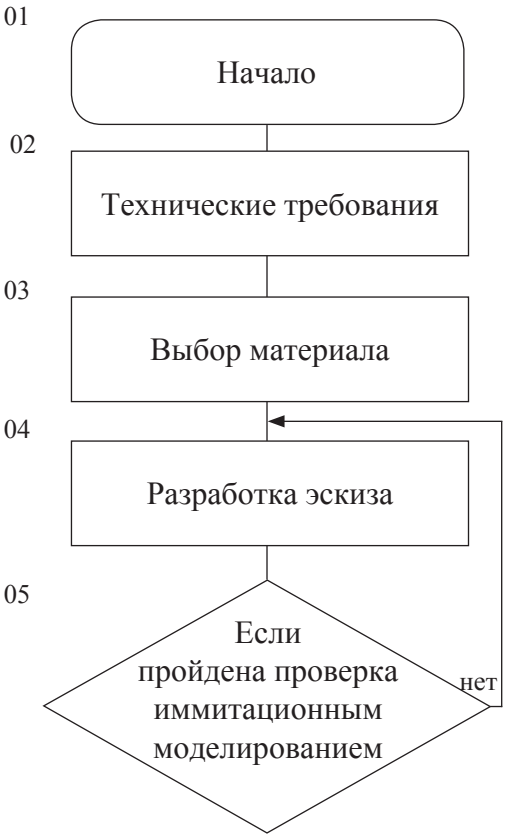


Рис. 10. Часть алгоритма разработки внутрисосудистых стентов, включая доработку эскиза после имитационного моделирования

Сформированный техпроцесс полностью укладывается в алгоритм поэтапной разработки внутрисосудистых стентов. Его применение позволило оптимизировать процесс изготовления имплантатов и повысить результативность работы ПО. В процессе разработки внутрисосудистых стентов был применён комплексный анализ входных данных в виде графических и математических данных, применённых в процессе изготовления образцов. Таким образом, был сформирован эскиз коронарного стента, (*рис. 12*).

Эскиз изготовлен исходя из конструктивных особенностей внутрисосудистых имплантатов с учётом многих параметров. Далее при помощи имитационного моделирования раскрытия стента до номинального диаметра были выявлены невысокие напряжения на участках изгибов. На *рис. 13* показано имитационное моделирование в программе Solidworks.

После подготовки эскиза, для получения правильной геометрии и чистой линии реза были применены параметры, показанные на *рис. 14*.

После получения образцов проведён визуальный анализ поверхности реза под микроскопом, показавший отсутствие дефектов лазерной резки, а дальнейшая постобработка позволила получить качественное готовое изделие. Готовый образец, обжатый на систему доставки показан на *рис. 15*.

Применение разработанных методики и алгоритма позволило оптимизировать ПО процесса изготовления внутрисосудистых имплантатов с целью уменьшения временных затрат на получение рабочих образцов и оптимизации общего хода разработки изделий. После формирования техпроцесса изготовления внутрисосудистых стентов был разрабо-

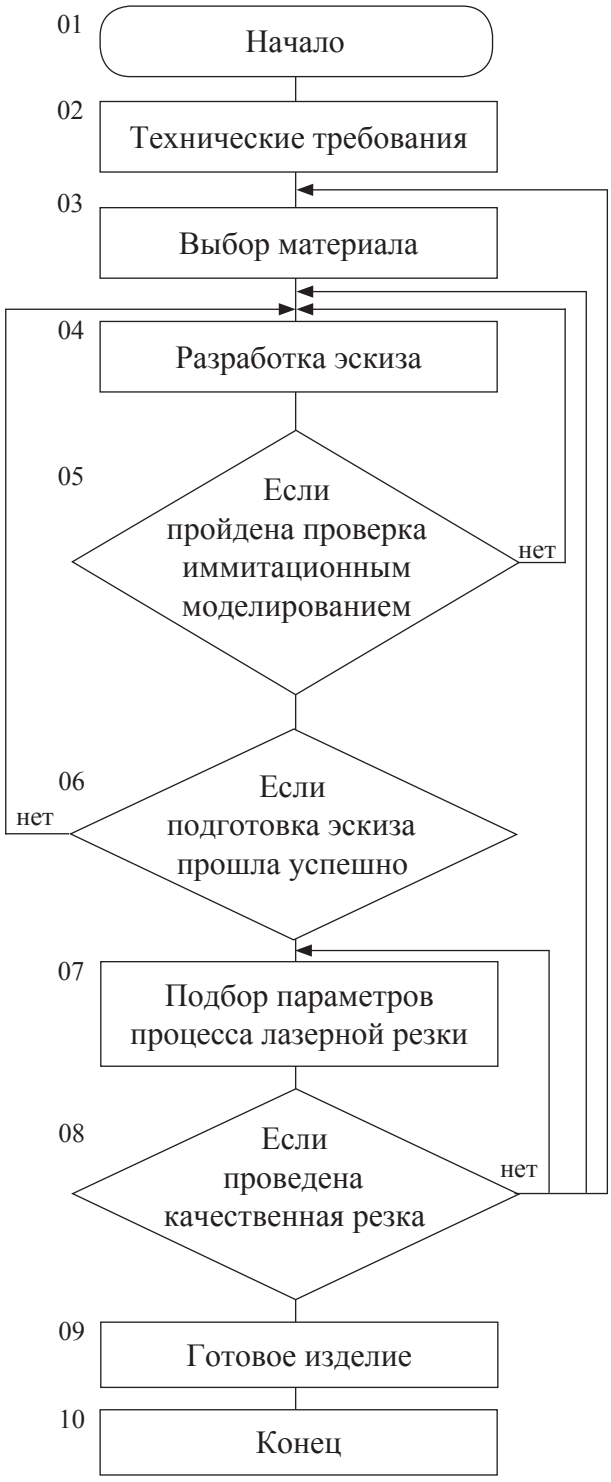


Рис. 11. Алгоритм изготовления стентов

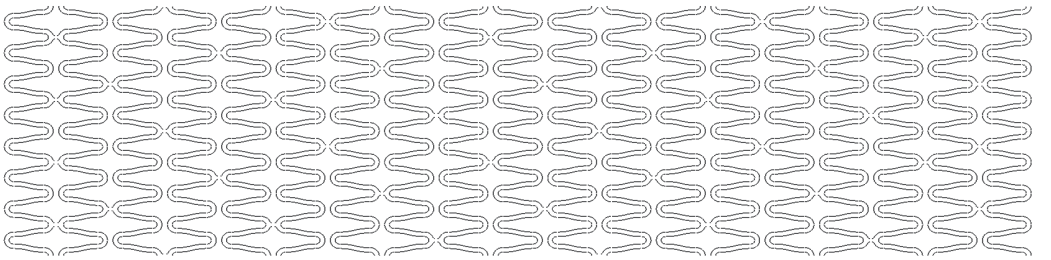


Рис. 12. Эскиз коронарного стента

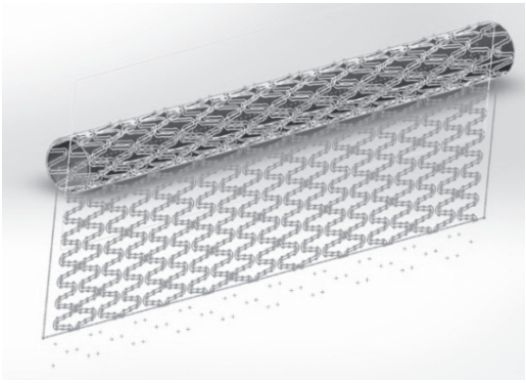


Рис. 13. Создание твёрдой модели в программе Solidworks

Рис. 14. Параметры лазерного излучения процесса резки внутрисосудистого стента

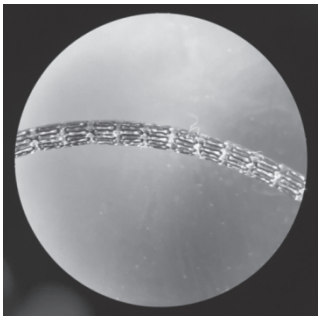


Рис. 15. Коронарный стент, обжатый на систему доставки

тан общий алгоритм действий, направленный на повышение эффективности работы с графической и математической информацией, а также на оптимизацию программного обеспечения процесса разработки и изготовления внутрисосудистых стентов. В результате применения оптимизированного техпроцесса были получены рабочие образцы внутрисосудистых стентов. Испытания изделий на гибкость, радиальную упругость и его укорочения после раскрытия до номинального диаметра показали, что стент, изготовленный с оптимизированными параметрами лазерного излучения и времени изготовления изделия, соответствует всем современным требованиям к внутрисосудистым имплантатам и станет конкурентоспособным на российском рынке медицинских изделий [6, 7].

Литература

1. Симптомы и лечение вазоспастической стенокардии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://феникс-фарма.рф/bolezni-serdca/simptomy-i-lechenie-vazospasticheskoj/ (дата обращения 22.05.2018)
2. *Решетов И.В., Дустов Ш.Х.* Способ формирования микрососудистого анастомоза. Патент RU 2452401. Классификатор A61B17/11. http://www.findpatent.ru/patent/245/2452401.html (дата обращения 26.05.2018)

3. Noorhafiza Muhammad. LASER MICROMACHINING OF CORONARY STENTS FOR MEDICAL APPLICATIONS, 2012
4. *Вейко В.П*. Технологические лазеры и лазерное излучение. – Санкт-Петербург, 2005.
5. *Тальянский И.Э*. Особенности термообработки сплавов TI-NI с эффектом памяти формы для применения в эндоваскулярной хирургии. Университетское образование: Сборник статей XVIII Международной научно-методической конференции, посвящённой 200-летию со дня рождения М.Ю. Лермонтова. – г. Пенза: ПГУ, 2013. – С. 313–314.
6. *Тальянский И.Э., Шатров А.Н*. Результаты исследования обратного хода внутрисосудистого стента. Информационные и управленческие технологии в медицине и экологии: сборник статей IX Всероссийской научно-технической конференции / под редакцией Т.В. Истоминой. 2015.
7. *Тальянский И.Э., Шатров А.Н*. Результаты исследования радиальной упругости внутрисосудистого стента при его деформировании в радиальном направлении. Информационные и управленческие технологии в медицине и экологии: сборник статей IX Всероссийской научно-технической конференции / под редакцией Т.В. Истоминой. 2015.

Шачнева Е.А. «ПГУ», Мурашкина Т.И. «ПГУ»

РАЗРАБОТКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТИ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Аннотация: *В работе даётся описание волоконно-оптического датчика параметров жидкостных потоков для применения в специально оборудованных бассейнах для проведения лечебных и профилактических процедур у людей с ограниченными возможностями.*

Ключевые слова: *датчик, жидкость, измерение, волоконно-оптический, лечебный, бассейн.*

Sachdeva E.A. «PGU», Murashkina T.I. «PGU»

THE DEVELOPMENT OF FIBER OPTIC SENSOR PARAMETERS OF FLUIDS FOR MEDICAL APPLICATIONS

Annotation: *The paper describes the fiber-optic sensor parameters of liquid flows for use in specially equipped swimming pools for therapeutic and preventive procedures in people with disabilities.*

Keywords: *sensor, liquid, measurement, fiber-optic, medical, pool.*

Разработка волоконно-оптического датчика параметров жидкостных средств для применения в специально оборудованном бассейне для людей с ограниченными возможностями является актуальной задачей, т.к. данный бассейн как правило оборудован специальным устройством для погружения человека в воду, следовательно необходимо контролировать изменяемый объем жидкости. Одна из основных проблем в данной области связана с созданием, а также совершенствованием уже существующих технических решений, способных измерять объем жидкости в бассейне и при этом быть абсолютно безопасными для человека, не иметь вредного электромагнитного излучения и обладать удобством монтажа. Соответственно, стоит задача разработки волоконно-оптических средств измерения параметров (объема, скорости, уровня) различных типов жидкостей [1].

Авторы предлагают новые способы и устройства для измерения и воспроизведения расхода жидкости, основанные на использовании элементов волоконной оптики.

Предлагаемый способ воспроизведения параметров жидкостных потоков заключается в том, что через трубу известного поперечного сечения пропускают жидкостный поток, параметры которого определяют по изменению уровня жидкости в емкостях на входе или выходе трубопровода за фиксированный период времени.

На *рис. 1* представлена упрощенная конструктивная схема датчика для реализации предлагаемого способа воспроизведения и измерения параметров жидкостных сред.

Принцип действия дифференциального волоконно-оптического датчика параметров жидкости отражательного типа в общем случае заключается в следующем.

Световые потоки Φ_{01} и Φ_{02} от ИИ через узлы юстировки УЮ1 по ПОВ1 и ПОВ2 направляются в зону измерения к первой и второй отражающим поверхностям МЭ соответственно. Под действием измеряемой физической величины α изменяются интенсивности отраженных световых потоков $\Phi_1(\alpha)$ и $\Phi_2(\alpha)$ соответственно.

Авторы предлагают новые способы и устройства для измерения и воспроизведения расхода жидкости, основанные на использовании элементов волоконной оптики.

На *рис. 2* представлена упрощенная конструктивная схема устройства для реализации предлагаемого способа воспроизведения и измерения параметров жидкостных сред.

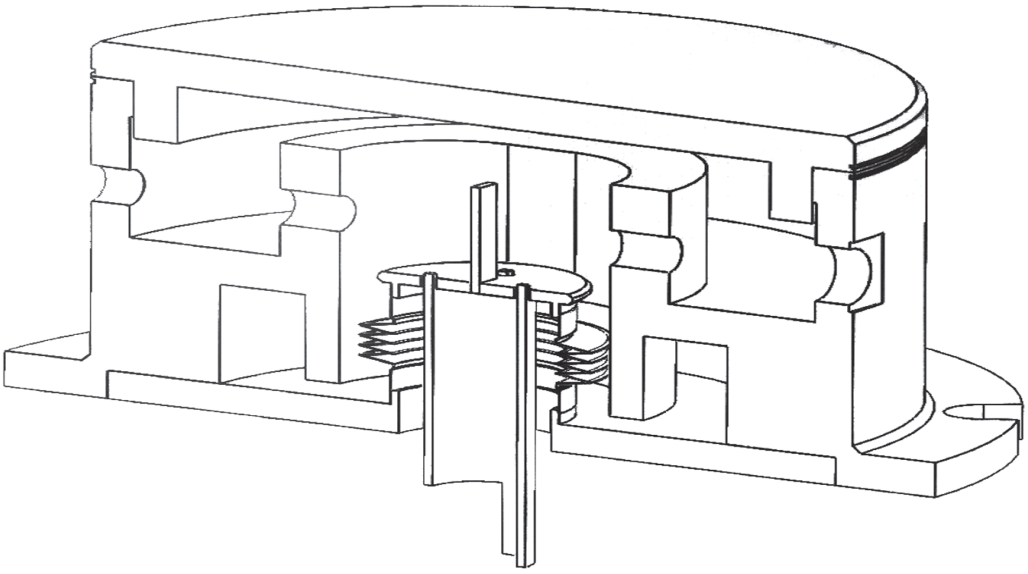


Рис. 1. Упрощенная конструктивная схема датчика
для воспроизведения и измерения параметров жидкостных сред

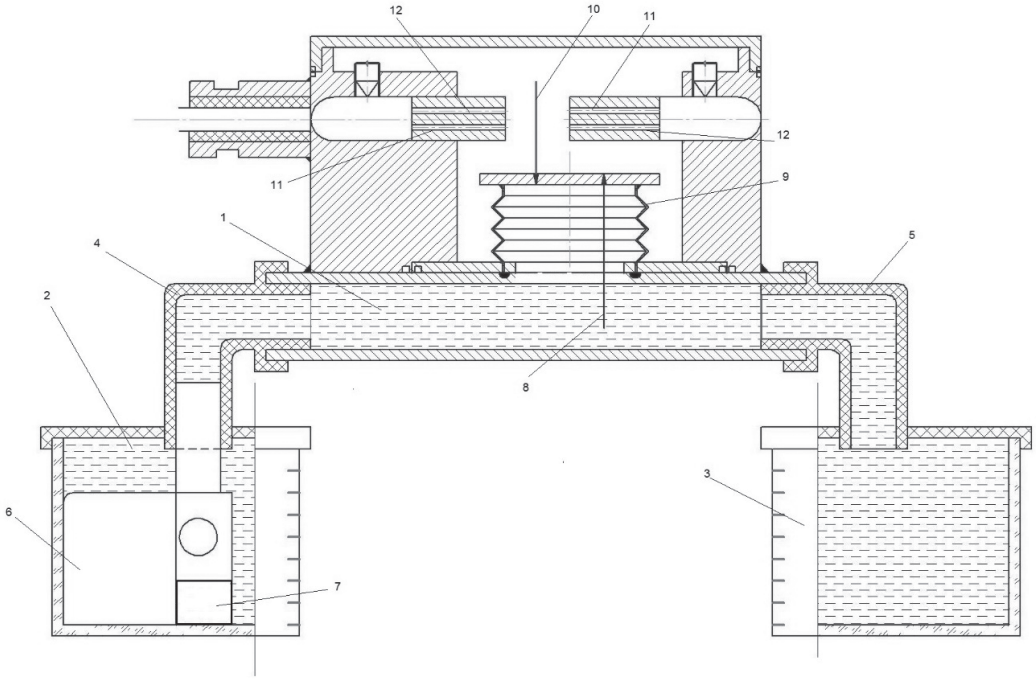


Рис. 2. Упрощенная конструктивная схема устройства
для воспроизведения и измерения параметров жидкостных сред

Устройство включает следующие элементы для воспроизведения параметров перекачиваемой жидкости: трубопровод 1, через который протекает жидкость, емкость 2 со шкалой, отградуированной по высоте в значениях уровня жидкости, емкость для слива 3 также со шкалой, отградуированной по высоте в значениях уровня жидкости, шланги 4 и 5, насос 6, таймер 7, соединенный с пусковым устройством насоса. Насос 6 размещен на дне ёмкости 2 (желательно прозрачной) с жидкостью, уровень который определяется по шкале. Концы шлангов 4 и 5 опущены в емкости 2 и 3 соответственно. Другие концы шлангов 4 и 5 герметично соединены с разных сторон с трубопроводом 1.

Устройство включает следующие элементы для измерения параметров жидкостного потока: воспринимающий элемент 8, один конец которого закреплен на глухом торце внутри сильфона 9, а другой свободный конец — расположен в трубопроводе 1 в зоне протекания жидкости, пластину 10 с двумя зеркальными поверхностями, один конец которой закреплен на глухом торце снаружи сильфона 9, а другой свободный конец — расположен на расчетном расстоянии относительно подводящих (ПОВ) 11 и отводящих (ООВ) 12 оптических волокон [5] первого и второго измерительных каналов (ИК) (см. *рис. 2*). Воспринимающий элемент 8 и пластина 10 смещены относительно оси сильфона 9 на некоторые расстояния в противоположных направлениях. Сильфон 9 герметично закреплен на трубопроводе 1.

Приемные торцы ПОВ 1 и ПОВ 2 первого и второго ИК подстыкованы к одному и тому же источнику излучений (ИИ) (например, инфракрасному светодиоду) (*рис. 3*) [6].

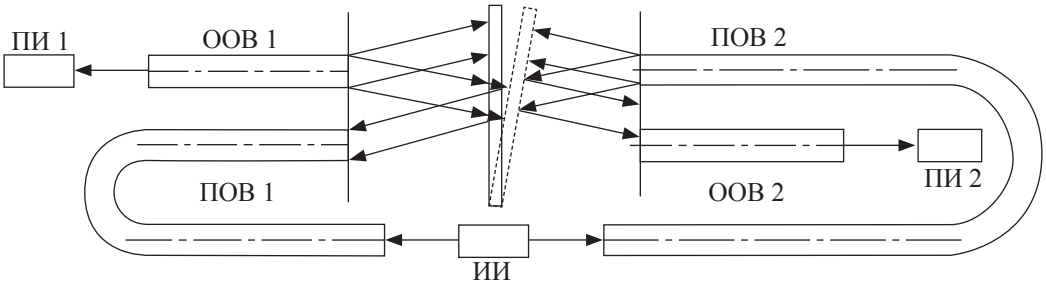


Рис. 3. Соединения ПОВ и ООВ с источником и приемниками излучения

Излучающие торцы ООВ 1 и ООВ 2 первого и второго ИК подстыкованы к первому (ПИ 1) и второму (ПИ 2) приемникам излучения первого и второго ИК соответственно.

Излучающие торцы ПОВ 1 и ПОВ 2 первого и второго ИК расположены соосно приемным торцам ООВ 2 и ООВ 1 соответственно с разных сторон пластины 10 с зеркальными поверхностями.

Устройство работает следующим образом: при включении насоса 6 таймер начинает отсчет времени с момента времени $t_1 = 0$, при выключении прекращает работу в момент времени t_2, соответственно время работы определится как $\Delta t = t_2 - t_1$. Перед началом измерений фиксируется уровень H_1 жидкости в емкости 2. В конце измерений в момент времени t_2 фиксируется уровень H_2.

Под действием давления жидкостного потока воспринимающий элемент 8 отклонится на некоторый угол α, соответственно на такой же угол отклонится пластина 10 с зеркальными поверхностями.

Световые потоки Φ_{01} и Φ_{02} от ИИ по ПОВ1 и ПОВ2 направляются в зону измерения к первой и второй отражающим поверхностям пластины 10 соответственно. При изменении угла α изменяются интенсивности отраженных световых потоков $\Phi_1(\alpha)$ и $\Phi_2(\alpha)$ соответственно.

Предложенные способ и устройство для воспроизведения и измерения параметров жидкостных потоков (объема, скорости, уровня) позволят упростить процесс юстировки и настройки оптической системы волоконно-оптических датчиков расхода, применяемых в бассейнах для людей с ограниченными возможностями, дополнительно контролировать безопасность нахождения людей в воде при измерении уровня и объема жидкости на протяжении всего времени пока человек находится в воде.

Литература

1. *Малоземов В.В., Рожнов В.Ф., Правецкий В.Н*. Системы жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов. – Машиностроение, 1986 г.
2. Development of fiber optic sensor for fluid flow of astronauts' life-support system/ E.A. Shachneva and T.I. Murashkina // Journal of Physics: Conference Series 735(2016)012036. – International Conference of Young Scientists and Specialists "Optics-2015" 12–16 October 2015, St. Petersburg, Russia.
3. *Мурашкина Т.И*. Разработка и внедрение волоконно-оптических средств измерений на летательных аппаратах — качественный скачок отечественный измерительной техники //Устройства измерения, сбора и обработки сигналов в информационно-управляющих комплексах: Тезисы докладов 1-ой Всероссийской научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 219 с. – С. 145–150.
4. ГОСТ 8.156-83 ГСОЕИ. Счетчик холодной воды. Методы и средства поверки.
5. Патент РФ 2419765. МПК G01 B 21/00.Волоконно-оптический преобразователь углового перемещения / Мурашкина Т.И., Пивкин А.Г., Серебряков Д.И., Юрова О.В. Бюл. № 15.опубл. 27.05.2011.

Петрова Т.В. «СПБ ГУГА»,
Савинов Д.Ю. «ЮЗГУ г. Курск»
Трифонов А.А. «ЮЗГУ г. Курск»

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕДИКТОРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ РИСКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИНХРОННОСТИ СИСТЕМНЫХ РИТМОВ

Аннотация: *В статье рассмотрены два подхода, применяемые при определении синхронности системных ритмов. В первом подходе для определения синхронности системных ритмов предложено использовать коэффициент корреляции Пирсона. Коэффициент корреляции вычислялся между приращениями фаз векторов сигналов на фазовой плоскости в скользящем окне. Во втором подходе для оценки синхронности предложено использовать разность фаз векторов сигналов, представленных на фазовой плоскости. Приведены результаты имитационного моделирования.*

Ключевые слова: *колебания, синхронность, ритм, сердечно-сосудистая система, правило продукции, мониторинг синхронности, риски.*

Petrova T.V. «SPB GUGA»,
Savinov D.Y. «SWSU»,
Trifonov, A.A. «SWSU»

A STUDY OF PREDICTORS OF CARDIOVASCULAR RISK OBTAINED ON THE BASIS OF INDICATORS OF SYSTEM SYNCHRONICITY OF RHYTHMS

Annotation: *The article deals with two approaches used in determining the synchronicity of system rhythms. In the first approach, Pearson correlation coefficient is proposed to determine the synchronicity of system rhythms. The correlation coefficient was calculated between the phase increments of the signal vectors on the phase plane in the sliding window. In the second approach, it is proposed to use the phase difference of the signal vectors presented on the phase plane to estimate the synchronicity. The results of simulation modeling are presented.*

Keywords: *oscillations, synchrony, rhythm, cardio-vascular system, the rule of products, monitoring of synchrony, risks.Petrova T.V. (SPBGUGA)*

Синхронизация в сложных системах является важным показателем их функционального состояния. Исследования живых систем сопровождаются высокой степенью зашумленности, поэтому близость соотношения мгновенных частот к рациональному числу не всегда является признаком синхронности колебаний, поскольку сами частоты невозможно определить с высокой точностью. В условиях шума переход от несинхронного режима к синхронному является нечетким, а внутри синхронного режима периоды почти постоянной разности фаз могут прерываться проскоками фазы, при которых разность фаз изменяется на 2π. Взаимодействующие подсистемы могут обладать сложным набором собственных ритмов, поэтому необходим анализ синхронизации и захвата фаз на различных временных масштабах исследуемых процессов [1–5].

Примером взаимодействия между различными физиологическими ритмами является функционирование сердечно-сосудистой системы (ССС) человека. Наиболее значимыми колебательными процессами, определяющими ее динамику, являются основной сердечный ритм, дыхание, а также процесс медленной регуляции кровяного давления и сердечного ритма с собственной частотой вблизи 0.1 Гц (так называемая волна майера) [6–7]. В резуль-

тате взаимодействия эти ритмы проявляются в различных сигналах: электрокардиограммах (ЭКГ), кровяном давлении, потоке крови, вариабельности сердечного ритма [8]. Сравнительно недавно было обнаружено, что основные ритмы ССС могут быть синхронизованы между собой [9–11]. От степени синхронизации этих ритмов зависит функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС). Таким образом, количественная оценка степени синхронизации системных ритмов дает возможность прогнозировать функциональное состояние ССС и возможность сердечно-сосудистых катастроф, в частности, синдрома внезапной сердечной смерти.

Отметим, что синхронность системных ритмов можно оценить как по системным ритмам одной частоты, полученным от разных подсистем живой системы, например, сигналы ЭКГ и фотоплетизмограммы, так и по системным ритмам разных частот, полученным от одной и той же подсистемы [12, 13].

Для количественной оценки синхронности системных ритмов необходимо выполнить следующие процедуры:

1. Выбрать частоту системного ритма и физиологические сигналы, из которых этот ритм будет выделяться;
2. Установить интервал наблюдения сигналов исходя из частоты выбранного системного ритма или минимальной частоты системных ритмов, если их несколько;
3. Выбрать метод выделения системного ритма из выделенных физиологических сигналов;
4. Выбрать или разработать метод оценки синхронности системных ритмов на интервале наблюдения сигнала (сигналов).

Для оценки функционального состояния ССС необходимо получить решающее правило, связывающее количественные показатели синхронности системного ритма с качественной оценкой функционального состояния ССС. Наиболее часто в качестве такого решающего правила используют пороговую оценку соотношения длительности синхронизированных участков к общему интервалу наблюдения сигнала. В таком случае, возникает задача выделения участков на мониторируемом сигнале, на которых системные ритмы синхронны [14–16].

Для выделения синхронных/асинхронных участков на апертуре наблюдения сигнала необходимо построить четкое или нечеткое продукционное решающее правило, которое позволит разбить апертуру наблюдения сигнала на участки синхронности/асинхронности, после чего синхронные участки можно просуммировать, найти их долю в полной длительности сигнала, и, в зависимости от ее величины, принять решение о функциональном состоянии ССС.

За основу решающего правила по определению синхронности/асинхронности интервала сигнала взята модель правила продукционного типа (ПП):

$$\textit{if Антецедент then Гипотеза with CF}, \qquad (1)$$

где *if*, *then*, *with* — ключевые слова-разделители; *Антецедент* — условие, содержащее формулу или процедуру, определяющую параметр синхронизации, и процедуру сравнения его с пороговым значением; конструкция «*Гипотеза with CF*» — консеквент (следствие) ПП R; *Гипотеза* ПП R — одна из гипотез решающего модуля; *CF* — коэффициент уверенности ПП R.

В представленном исследовании сравнивались два метода оценки синхронности системных ритмов. Оба метода основаны на определении фазового угла сигнала на фазовой плоскости [17]. Фазовый угол или фаза сигнала определялась в предположении, что сигнал представляет из себя моногармонику системного ритма, то есть процедура 3 в алгоритме количественной оценки синхронности системных ритмов выполнена. Фазо-

вые углы φ системных ритмов одной и той же частоты определялся известными методами, как

$$\varphi 1_k = \arctan\left(\frac{2DZ1_k}{Z1_k + Z1_{k+1}}\right);$$
$$\varphi 2_k = \arctan\left(\frac{2DZ2_k}{Z2_k + Z2_{k+1}}\right), \quad (2)$$

где

$$DZ1_k = \frac{Z1_{k+1} - Z1_k}{\Delta};\ \ DZ2_k = \frac{Z2_{k+1} - Z2_k}{\Delta};$$

$Z1_k$ и $Z2_k$ — отсчеты первого и второго системного ритма;

Δ — шаг дискретизации системных ритмов.

Сигналы Z1 и Z2 моделировались как моногармонические сигналы с частотой $f1$. Синхронизация — рассинхронизация сигналов осуществлялась посредством фазовой модуляции сигнала $Z2$ с частотой $f2$, которая выбиралась на порядок больше частоты $f1$:

$$Z1(t) = \sin(2\pi \cdot f1 \cdot t);$$
$$Z2(t) = \sin(2\pi \cdot f1 \cdot t + a\sin(2\pi \cdot b \cdot f2 \cdot t)); \quad (3)$$

где параметр a позволяет управлять глубиной модуляции (величиной рассинхронизации), а параметр b — соотношением синхронных и асинхронных участков на интервале наблюдения сигнала.

На *рис. 1* представлены графики сигналов, полученные согласно модели (3).

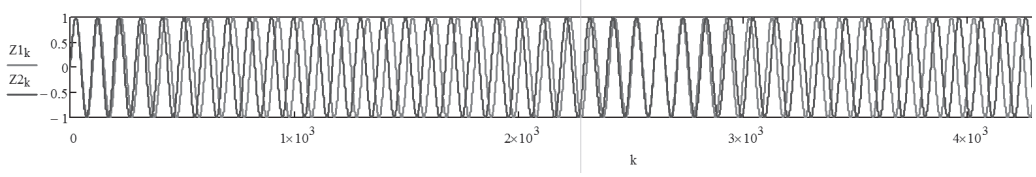


Рис. 1. Графики моделей сигналов системных ритмов

На *рис. 2* показана фазовая плоскость сигналов, рассмотренных на *рис. 1*, по которой рассчитываются фазовые углы согласно формулам (2).

Идея использования в качестве параметра синхронности системных ритмов коэффициента корреляции Пирсона состоит в следующем. Хотя векторы сигналов (3) описывают одинаковые траектории, их фазовые углы не равны друг другу в фиксированный момент времени t. Если вектор вращается с одинаковой скоростью, то есть нет фазовой модуляции, то в каждый момент времени t фазовый угол (2) один и тот же и разность фаз в моменты t_k и t_{k+1} равна нулю. При наличии фазовой модуляции разность фаз изменяется во времени. Будем полагать, что сигналы синхронны, если их фазы получают одинаковое приращение в одинаковые моменты времени. Априори, абсолютно синхронны сигналы, фазы которых не меняются во времени, то есть получают нулевое приращение.

Коэффициент корреляции фазовых приращений системных ритмов $R\Delta\varphi$ вычисляется по известной формуле Пирсона:

$$R\Delta\varphi_k = \frac{\sum_{j=k}^{k+M}\left[\left(\Delta\varphi 1_j - M\Delta\varphi 1_k\right)\cdot\left(\Delta\varphi 2_j - M\Delta\varphi 2_k\right)\right]}{\sqrt{\sum_{j=k}^{k+M}\left(\Delta\varphi 1_j - M\Delta\varphi 1_k\right)^2}\cdot\sqrt{\sum_{j=k}^{k+M}\left(\Delta\varphi 2_j - M\Delta\varphi 2_k\right)^2}} \quad (4)$$

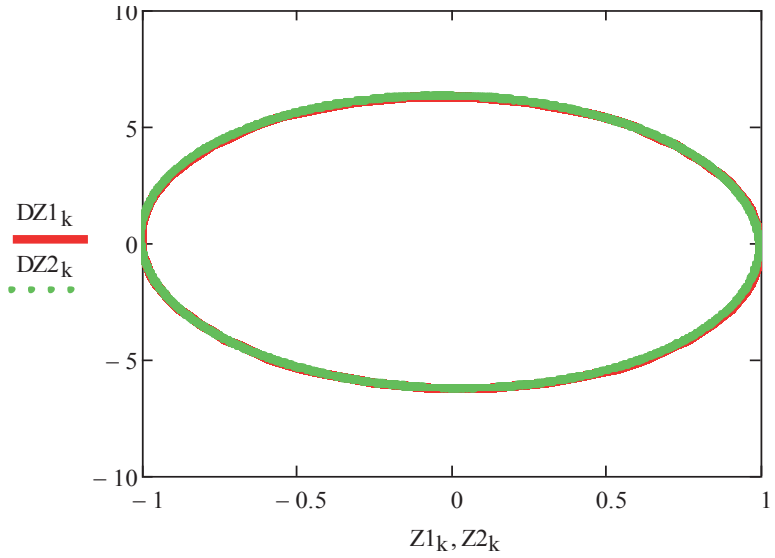


Рис. 2. Фазовая плоскость сигналов моделей системных ритмов

где $\Delta\varphi 1_j = \varphi 1_{j+1} - \varphi 1_j$; $\Delta\varphi 1_j = \varphi 1_{j+1} - \varphi 1_j$;

$$M\Delta\varphi 1_k = \frac{\sum_{j=k}^{k+M} \Delta\varphi 1_j}{M}; \quad M\Delta\varphi 2_k = \frac{\sum_{j=k}^{k+M} \Delta\varphi 2_j}{M};$$

M — ширина скользящего окна, в котором определяются коэффициенты корреляции Пирсона.

Ширину скользящего окна определяет частота системного ритма, целесообразно выбирать ее в пределах от 0,5/f 1 до 1,5/f 1.

На *рис. 3* представлен график изменения коэффициента корреляции Пирсона в скользящем окне. Высокие его значения совпадают с участками синхронности сигнала как на *рис. 1*.

Второй подход к количественной оценке синхронных ритмов основан на вычислении разности фаз системных ритмов в скользящем окне по формуле

$$\Delta\varphi_k = \left||\varphi 1_k| - |\varphi 2_k|\right|, \tag{5}$$

где фазы системных ритмов вычисляются по формуле (2).

На *рис. 4* показан график изменения этого показателя для модели (2). Для наглядности на этом же графике показан первый показатель синхронности, изображенный на графике *рис. 3*.

Как видно из графика *рис. 4*, показатель синхронности (5) амплитудно модулирует несущий сигнал частоты f 1 и его высокочастотных гармоник, что вызывает необходимость низкочастотной фильтрации. Сущность модуляции объясняется скачками фаз при повороте вектора на фазовой плоскости на $\pi/4$, то есть после каждой смены знака тангенса. Процесс скачка фаз иллюстрируют графики на *рис. 5*. На этих графиках фазы системных ритмов в процессе вращения векторов на фазовой плоскости меняются от $\pi/2$ до $-\pi/2$ (в периоде частоты f 1 приблизительно 100 отсчетов).

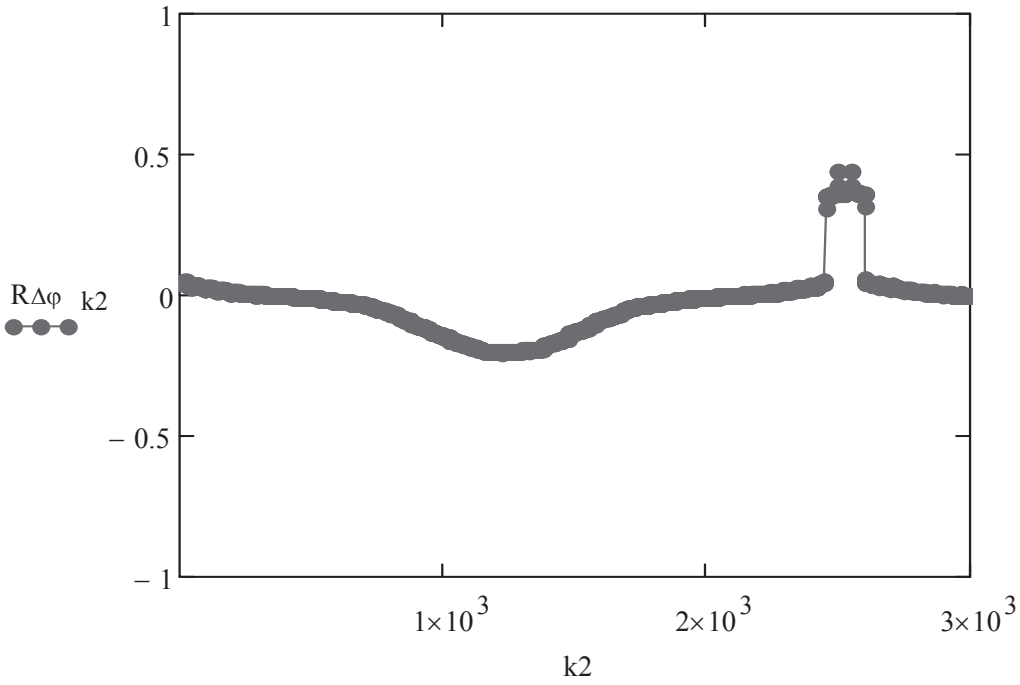


Рис. 3. Значения коэффициента корреляции Пирсона в скользящем окне

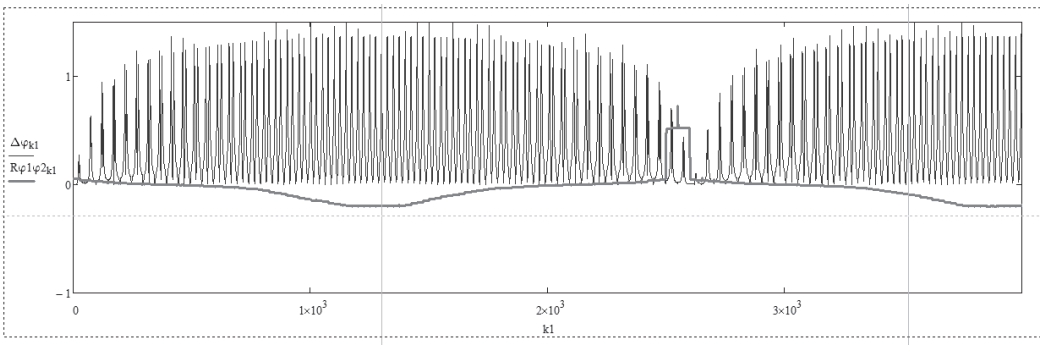


Рис. 4. Мониторинг показателей синхронности
системных ритмов для модели (3)

Так как процесс смены знаков фаз не синхронизирован, то в координатах, кратных π/4 (5) претерпевает скачек, который тем больше, чем выше рас синхронизация системных ритмов. Ввиду того, что векторы системных ритмов переходят смену знака фаз в различные моменты времени, то через каждые π/4 оборота (5) претерпевает два скачка, что иллюстрирует *рис. 6*, на котором показан тот же процесс, что и на *рис. 4*, но в увеличенном масштабе.

Таким образом, предложенные подходы к оценке синхронизации системных ритмов позволяют получить адекватные количественные характеристики оценки синхронизации в скользящем окне. Показатели синхронности ориентированы на оценку синхронности двух системных ритмов, которые возбуждаются одним и тем же генератором, но характе-

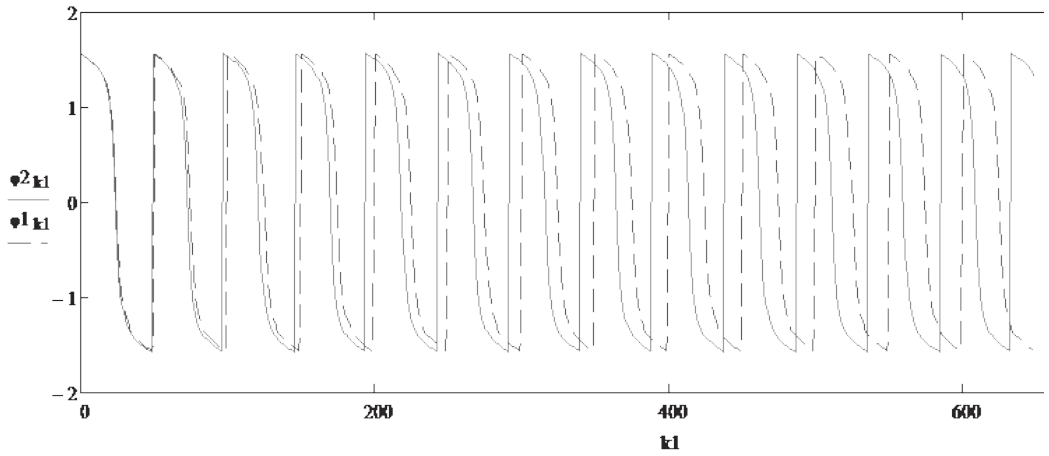


Рис. 5. Графики изменения фаз системных ритмов модели (2)

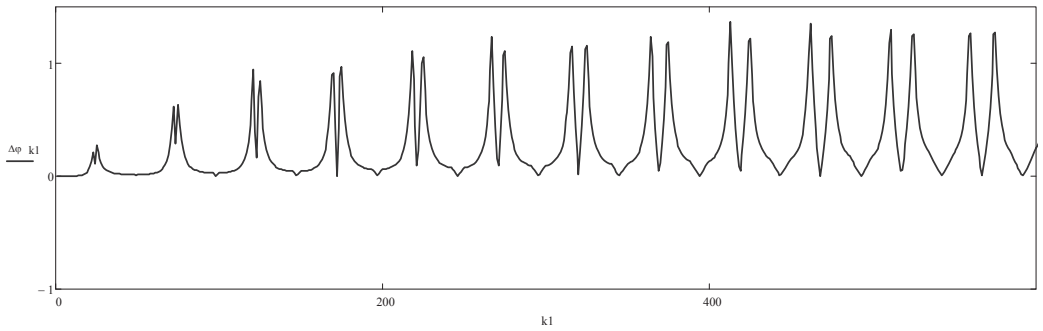


Рис. 6. Процесс модуляции скачков фаз параметром синхронизации

ризуют состояние различных подсистем живой системы, например, сердечной и сосудистой, сердечной и дыхательной, дыхательной и сосудистой и т.п.

Литература

1. *Hramov A.E., Koronovskii A.A.*// Chaos. 2004. – Vol. 14(3). – P. 603–610.
2. *Chavez M., Adam C., Navarro, Boccaletti S., Martinerie J.*// Chaos. 2005. Vol. 15. P. 893–904.
3. *Hramov A.E., Koronovskii A.A.* // Phys. D. 2005. – Vol. 206(3–4). – P. 252–264.
4. *Филист С.А*. Алгоритм выделения медленных волн и дыхательных ритмов из электрокардиосигнала / С.А. Филист, В.В. Жилин, В.Н. Мишустин и др. // Медицинская техника. – 2013. – №4. – С. 21–23.
5. *Филист С.А*. Многомерная частотная селекция в задачах анализа медленных волн / С.А. Филист, А.П. Белобров, А.А. Кузьмин // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2010. – №2. – С. 4–10.
6. *Malpas S.*// Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 2002. – Vol. 282. – P. H6–H20.

7. *Филист С.А*. Метод классификации сложных объектов на основе анализа структурных функций медленных волн / С.А. Филист, И.И. Волков, С.Г. Емельянов // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2012. – №4. – С. 6–11.
8. *Stefanovska A., Hoeie M*. // Prog. Theor. Phys. Supp. 2000. – Vol. 139. – P. 270–282.
9. *Prokhorov M.D., Ponomarenko V.I., Gridnev V.I., Bodrov M.B., Bespyatov A.B*. // Phys. Rev. E. 2003. Vol. 68. P. 041 913.
10. *Филист С.А*. Структурно-функциональная модель для мониторинга влияния управляющих воздействий на функциональное состояние самоорганизующихся систем // С.А. Филист, А.Н. Шуткин, П.С. Кудрявцев, В.В. Протасова и др. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. Научно-технический журнал. – 2015. – № 2 (30). – С. 105–119.
11. *Braeie-Lotrie M., Stefanovska A*.// Phys. A. 2000. Vol. 283. P. 451–461.
12. *Schmidt G*. Heart rate turbulence after ventricular premature beats as predictor of mortality after acute myocardial infarction / G. Schmidt, M. Malik, P. Barthel et al. // Lancet. – 1999. – №. 353. – Pp. 1390–1396.
13. *Jackson C.A*. Differing risk factor profiles of ischemic stroke subtypes: evidence for a distinct lacunar arteriopathy? / C.A. Jackson, A. Hutchison, M.S. Dennis et al. // Stroke. – 2010. – №. 41(4). – P. 624–629.
14. *Безручко Б.П*. Методика исследования синхронизации колебательных процессов с частотой 0,1 Гц в сердечно-сосудистой системе человека / Б.П. Безручко, В.И. Гриднев, А.С. Караваев и др. // Известия вузов «ПНД». – 2009. – Т. 17. – № 6. – С. 44–56.
15. *Киселев А.Р*. Оценка пятилетнего риска летального исхода и развития сердечно-сосудистых событий у пациентов с острым инфарктом миокарда на основе синхронизации 0,1 Гц-ритмов в сердечно-сосудистой системе/ А.Р. Киселев, В.И. Гриднев, А.С. Караваев и др. //Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – № 6. – С. 328–338.
16. *Кулаичев А.П*. Об информативности когерентного анализа в исследованиях ЭЭГ / А.П. Кулаичев // Журнал высшей нервной деятельности. – 2009. – № 59(6). – С. 766-775.
17. *Филист С.А*. Классификация состояния сердечно-сосудистой системы по анализу фазового портрета двух кардиосигналов / С.А. Филист, С.В. Дегтярев, В.С. Титов и др. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Медицина Фармация. – 2013. – №11 (154). – Выпуск 22/1. – С. 65–72.

Киселев А.В. «ЮЗГУ г. Курск»
Филист С.А. «ЮЗГУ г. Курск»
Шаталова О.В. «ЮЗГУ г. Курск»

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ БИОИМПЕДАНСА НА ОСНОВЕ МОНОЧАСТОТНОГО И МНОГОЧАСТОТНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Аннотация: *В статье разработан метод формирования пространства информативных признаков, основанный на спектральном анализе биоимпеданса в экспериментах in vivo в аномальных зонах электропроводности и синхронном детектировании отсчетов сигналов с двухканального АЦП, позволяющий формировать интеллектуальные агенты прогнозирования риска социально значимых заболеваний. Для реализации метода разработан макет программно-аппаратного комплекса для анализа биоимпеданса в экспериментах in vivo.*

Ключевые слова: *биоимпеданс, спектральный анализ, прогнозирование риска, заболевание.*

Kiselev A.V. «SWSU Kursk»
Filist S.A. «SWSU, Kursk»
Shatalova O.V. «SWSU, Kursk»

METHOD OF MEASURING THE BIOIMPEDANCE ON THE BASIS OF SINGLE-FREQUENCY AND MULTI-FREQUENCY SENSING

Annotation: *In the article the method of formation of the space of informative features based on the spectral analysis of bioimpedance in experiments in vivo in anomalous zones of electrical conductivity and synchronous detection of signal counts from the two-channel ADC, allowing to form intelligent agents for predicting the risk of socially significant diseases. To implement the method, a model of a hardware-software complex for bioimpedance analysis in in vivo experiments was developed.*

Keywords: *bioimpedance, spectral analysis, risk prediction, disease.*

В диагностике многих заболеваний значительный интерес представляют параметры состава тканей отдельных регионов (конечностей, туловища, грудных желез) и локальных участков тканей, непосредственно прилегающих к коже и слизистым оболочкам [1, 2, 3]. Однако методы извлечения полезной информации из импедансного спектра пока еще мало развиты, но в перспективе позволят проводить неинвазивную диагностику человека на наличие различных заболеваний и патологий. В рамках данной работы рассматривается метод формирования информативных признаков для интеллектуальных систем поддержки принятия решений в медицинской диагностике, основанный на измерении биоимпеданса в биоактивных точках (БАТ) на линейки частот зондирующего тока [4, 5, 6, 7, 8].

Реальная и мнимая составляющие биоимпеданса рассчитываются как проекции вектора комплексного биоимпеданса на соответствующие оси. Метод вычисления предполагает определение реальной и мнимой составляющей напряжения на токовом резисторе и на их основе расчет разности фаз.

На *рис. 1* изображена упрощенная схема измерения. Токовый резистор R подобран таким образом, чтобы на нем падало как можно меньшее напряжение.

Ток в образцовом резисторе R равен току в биообъекте

$$\vec{I}_R = \vec{U}_R / R \qquad (1)$$

Векторная диаграмма, поясняющая принцип вычисления импеданса, представлена на *рис. 2*.

Для расчета реальной и мнимой составляющих биоимпеденса необходимо определить угол φ или проекцию вектора $\vec{U}_R$ на вектор $\vec{U}_{БО}$. Для этого воспользуемся схемой синхронного детектирования, представленной на *рис. 3*.

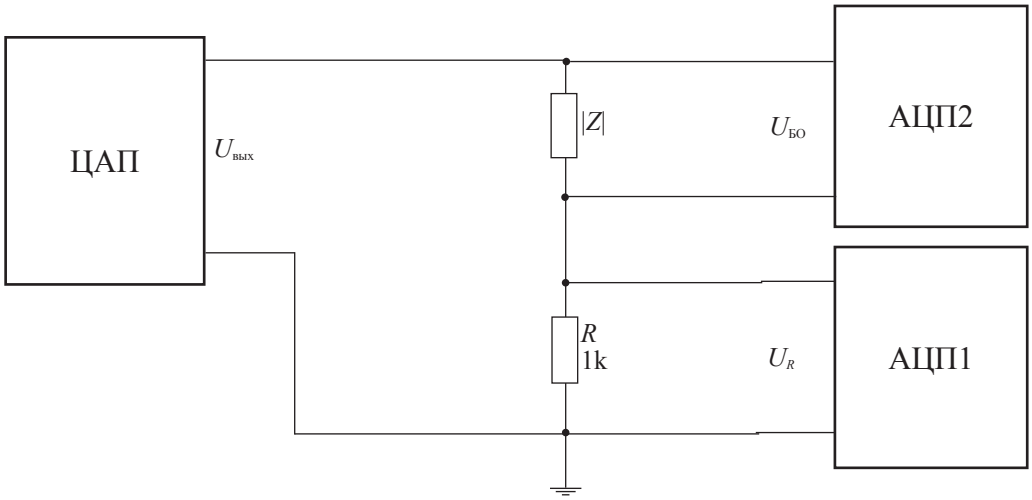


Рис. 1. Упрощенная схема измерения биоимпеданса для принятого метода

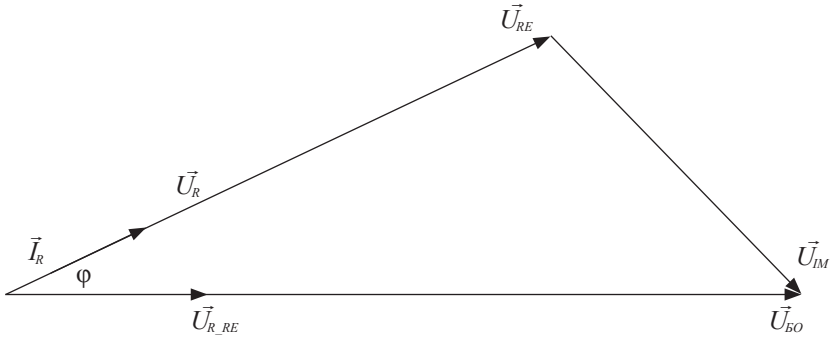


Рис. 2. Векторная диаграмма токов и напряжений в измерительной цепи

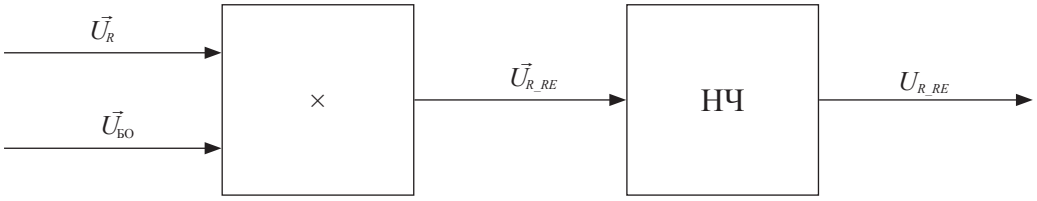


Рис. 3. Схема синхронного детектора для определения проекции вектора напряжения на токовом резисторе на вектор напряжения, приложенного к биообъекту

Учитывая, что $\vec{U}_{БО} = U_{БО} \sin\omega t$ и $\vec{U}_R = U_R$, и руководствуясь процедурами обработки сигнала, представленной на *рис. 3*, получим

$$\vec{U}_{R_RE} = \frac{1}{2} U_R U_{БО}(\cos\varphi - \cos(2\omega t + \varphi)). \tag{2}$$

После низкочастотной фильтрации (2) получаем

$$U_{R_RE} = \frac{1}{2} U_R U_{БО}(\cos\varphi). \tag{3}$$

Угол φ находим из (2), если известно U_{R_RE}. Величину U_{R_RE} получаем на выходе схемы (*рис. 3*). Цифровые отсчеты $U_{R_RE}[i]$, то есть отсчеты на выходе умножителя схемы (*рис. 3*), находим по отсчетам $U_{БО}[i]$ и $U_R[i]$, снимаемым с соответствующих АЦП схемы (*рис. 1*), согласно схемы детектирования, представленной на *рис. 3*:

$$U_{R_RE}[i] = U_{БО}[i]\ U_R[i]. \tag{4}$$

Процедура (4) реализуется программно.

Напряжения U_{R_RE} определяется также программно путем низкочастотной фильтрации (4) по формуле

$$U_{R_RE} = \frac{\sum_{i=1}^{N} U_{АЦП2}[i] \cdot U_{АЦП1}[i]}{N}, \tag{5}$$

где $U_{АЦП}[i]$ — отсчеты выходных напряжений АЦП в вольтах;

N — количество отсчетов на 10 периодах зондирующего тока.

Разность фаз определяем из (3).

Перейдем теперь к расчету модуля комплексного импеданса.

Согласно закону Ома модуль комплексного сопротивления выражается следующей формулой:

$$|Z| = \frac{U_{БО}}{I_R}, \tag{6}$$

где $U_{ВЫХ} = U_{БО}$ — амплитуда напряжения на выходе ЦАП.

Подставляя в (6) ток на резисторе R из (1), получим

$$|Z| = \frac{U_{БО}}{U_R} \cdot R. \tag{7}$$

Активная составляющая Z_{re} и реактивная составляющая Z_{im} определяются путем умножения модуля комплексного биоимпеданса $|Z|$ на косинус и синус разности фаз.

Программно-аппаратный комплекс для анализа биоимпеданса (ПАКАБИ) выполняет следующие задачи:

1. Расчет компонентов биоимпеданса.
2. Построение графиков Коула.
3. Задание время исследования путем задания количества периодов или отсчетов.
4. Задание количества измерений.
5. Измерения на диапазоне значений напряжения, тока и частоты.

6. Производить расчет случайных ошибок.
7. Вычисление погрешности измерений путем отклонения от теоретических значений (для фантома).

Разработанный ПАКАБИ состоит из:

- устройства сбора данных, подключенного к персональному компьютеру (ПК);
- устройства связи с объектом (УСО);
- соответствующего программного обеспечения

ПАКАБИ включает в себя аппаратную часть и программную, структурная схема представлена на *рис. 4* [9, 10, 11].

В структуру ПАКАБИ входят ПЭВМ, модуль L-Card L791, УСО авторской разработки и щуп.

Схема электрическая принципиальная УСО представлена на *рис. 5*.

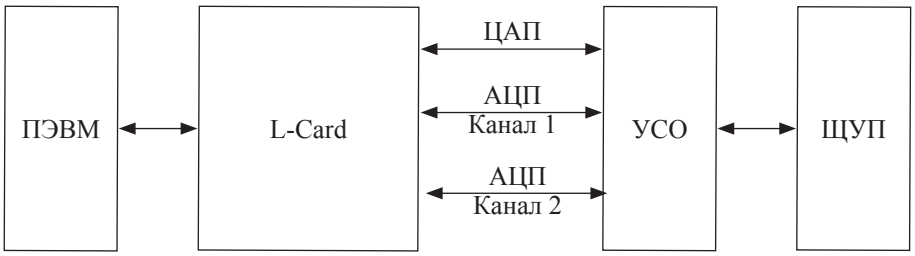


Рис. 4. Структурная схема ПАКАБИ

Связь с биообъектом осуществляется с помощью щупа (*рис. 6*).

В качестве блока преобразования используется универсальная плата L-Card PCI с прямым доступом к памяти компьютера (DMA Bus Master), что экономит процессорное время компьютера и создаёт возможности для работы в реальном времени. Беспроцессорная

Рис. 6. Щуп ПАКАБИ: фото

структура платы значительно упрощает её программирование. Данный продукт обеспечивает высокоскоростной непрерывный сбор данных на частотах до 400кГц.

В устройстве используется:

- АЦП с 16 дифференциальными или 32 каналами с «общей землей»;
- Групповая гальваноразвязка всех внешних входов и выходов от компьютера, реализованная на современной элементной базе, позволяет непрерывно передавать данные через гальваноразвязку без потерь на максимальной частоте работы АЦП и ЦАП.

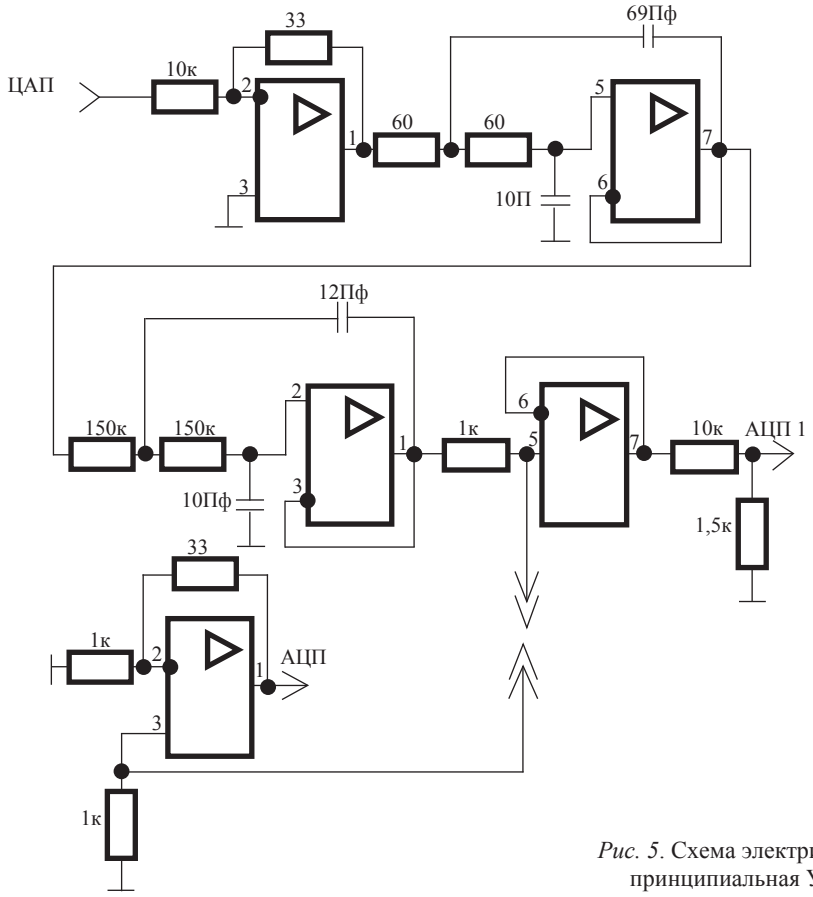


Рис. 5. Схема электрическая принципиальная УСО

- Каждый из аналоговых каналов подключается к АЦП через усилитель с управляемым коэффициентом передачи, позволяющий задавать один из восьми диапазонов измерения напряжения;
- 2-х канальный ЦАП с частотой дискретизации 125 кГц.

Плата L-791 обеспечивает непрерывный сбор данных на частотах дискретизации АЦП от 0.005 Гц до 400.0 кГц. Конструкция АЦП позволяет принимать сигналы в диапазоне ±10 В.

ЦАП позволяет для воздействия на биообъект выставлять постоянное напряжение в диапазоне до ±5 В. В УСО это напряжение может быть усилено до ±16,5 В.

Для временного хранения и передачи данных в плате используются:

Буфер FIFO АЦП размером 1Кбайт.

Буфер FIFO ЦАП размером 512 байт.

Благодаря режиму BusMaster данный автоматически могут быть записаны в область памяти PC 512 Кбайт по мере заполнения FIFO АЦП.

Пользовательский интерфейс позволяет обращаться к обоим буферам FIFO как к массиву ячеек.

Благодаря режиму BusMaster данный автоматически могут быть извлечены из области памяти PC 512 Кбайт по мере опустошения FIFO ЦАП.

Поскольку модуль L791 имеет ограничения по величине входящего и исходящего сигнала, было разработано УСО, которое усиливает эти сигналы. Выходной сигнал усиливается

в 3,3 раза, входной сигнал с биообъекта усиливается в 33 раза. Устройство питается от батарей «Крона» 18 В.

В качестве среды разработки программного обеспечения для автоматизированной системы используется Microsoft Visual Studio C++ 2010.

Для оценки метрологических характеристик ПАКАБИ был построен фантом, представляющий собой пассивный RC-двухполюсник, моделирующий биоимпеданс. Импеданс пассивного двухполюсника вычислялся теоретически и сравнивался с экспериментальными значениями, полученными посредством ПАКАБИ. Соответствующие экспериментальные и расчетные кривые представлены на *рис. 7*.

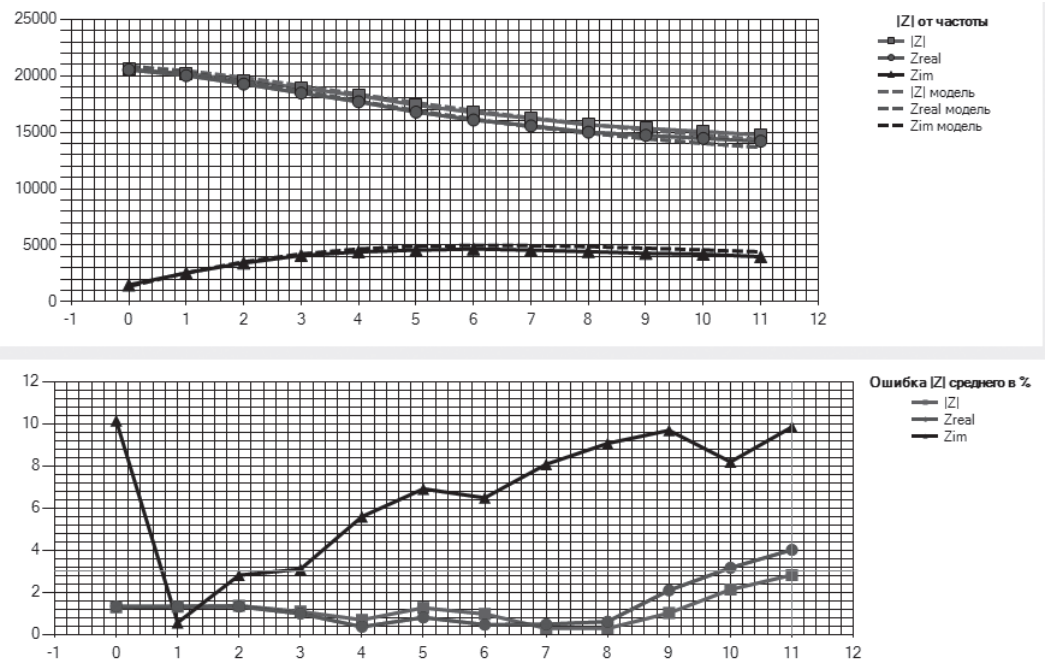


Рис. 7. Графики зависимости импеданса фантома
от частоты в эксперименте и расчетной модели

На частотах с 1 до 12 кГц с шагом 1кГц провели 10 измерений на фантоме и сравнили с расчетной моделью (пунктир). Далее посчитали ошибку измерения в процентах и вывели на график. На нем видно, что ошибка модуля импеданса и его реальной составляющей не превышает 5%. При измерении мнимой составляющей ошибка достигает 10% (*рис. 7*).

Как на фантоме, так и на человеке, измерения проводились таким образом, чтобы количество отсчетов на каждой частоте было одинаковым. Как видно из рисунков, зависимость параметров биоимпеданса от напряжения ведет себя по-разному, в зависимости от зоны дислокации электрода на биообъекте, в которой проводиться измерение.

Таким образом, разработан метод формирования пространства информативных признаков, основанный на спектральном анализе биоимпеданса в экспериментах *in vivo* в аномальных зонах электропроводности и синхронном детектировании отсчетов сигналов с двухканального АЦП, позволяющий формировать интеллектуальные агенты прогнозирования риска инсультов. Для реализации метода разработан макет программно-аппаратного комплекса для анализа биоимпеданса в экспериментах *in vivo*.

Литература

1. *Кореневский Н.А*. Оценка информативности биологически активных точек с использованием теории измерения латентных переменных / Н.А. Кореневский, Ю.Б. Мухатаев и др. // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2016. – Том 15. – № 4. – С. 628–632.
2. *Филист С.А*. Структурно-функциональная модель для мониторинга влияния управляющих воздействий на функциональное состояние самоорганизующихся систем // С.А. Филист, А.Н. Шуткин, П.С. Кудрявцев, В.В. Протасова и др. // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. Научно-технический журнал. – 2015. – № 2 (30). – С. 105–119.
3. *Суржикова С.Е*. Исследование проводимости биоматериалов в биоактивных точках при циклических воздействиях токами различной полярности / С.Е. Суржикова, Ю.Б. Мухатаев и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2016. – №9. – С. 32–36.
4. *Шкатова Е.С.* Оценка функционального состояния и функиональных резервов организма по энергетической сбалансированности меридианных структур / Е.С. Шкатова, М.А. Магеровский, Ю.Б. Мухатаев // Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам VIII Международной научно-практической конференции. – Белгород, 2015. – №8. – Ч. II. – С. 132–135.
5. *Мухатаев Ю.Б.* Прибор для измерения электрических характеристик биологически активных точек на основе аналоговых интерфейсов AFE / Ю.Б. Мухатаев // Современное научное знание: теория, методология, практика: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Смоленск, 2015. – Ч. I. – С. 37–39.
6. *Суржикова С.Е*. Моделирование проводимости биоматериалов при циклических воздействиях медленно меняющимися токами различной полярности / С.Е. Суржикова, Ю.Б. Мухатаев, О.В. Шаталова // Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. – Воронеж: ВГТУ, 2016. – С. 201–205.
7. *Суржикова С.Е*. Автоматизированная система для биоимпедансных исследований в аномальных зонах проводимости при квазициклических токах зондирования биоматериала / С.Е. Суржикова, Ю.Б. Мухатаев, А.С. Богданов, О.В. Шаталова // Центральный научный вестник. – Пушкино, 2016. – Т.1. – № 10. – С. 3–6.
8. *Мухатаев Ю.Б*. Нечеткая оценка состояния организма на основе комбинированных электрофизиологических исследований / Ю.Б. Мухатаев, М.А. Магеровский // Кардиостим: сборник тезисов XII Международного конгресса. – Санкт-Петербург, 2016. – С. 225.
9. *Филист С.А*. Биотехническая система для контроля импеданса биоматериалов в экспериментах in vivo / С.А. Филист, А.А. Кузьмин, М.Н. Кузьмина // Биомедицинская радиоэлектроника. – №9. – 2014. – С. 38–42.
10. *Мухатаев Ю.Б*. Визуализация амплитудно-частотных характеристик биоматериалов на основе системы сбора данных L-791 / Ю.Б. Мухатаев // Актуальные проблемы энергоснабжения в технических системах: тезисы докладов 3-ей Международной конференции с элементами научной школы. – Тамбов, 2016. – С. 411–412.
11. *Мухатаев Ю.Б.* Программное обеспечение для расчета параметров биооимпеданса / Ю.Б. Мухатаев, Белых В.С., Забанов Д.С. // Медицинские приборы и технологии: международный сборник научных статей. – Тула: ТулГУ, 2017. – Вып. 7. – С. 79–81.

Головин В.Ф., Архипов М.В. «МПУ»,
Саморуков А.Е. «НМИЦРиК», Ерёмушкин М.А. «НМИЦРиК»

ОБУЧЕНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА ПРИЁМАМ МАССАЖА

Аннотация: *В статье рассматриваются медицинские и технические проблемы, препятствующие широкому внедрению массажных робототехнических систем. Показано, что массаж может повысить работоспособность трудящихся и повысить боеспособность военнослужащих. Практические работы были проведены на российском модернизированном роботе РМ-01. Прежде всего, использовались т.н. «силовые» точки и предложен метод обучения робота пространственной демонстрацией, основанный на податливом управлении. Приведены некоторые результаты экспериментальной работы и намечен план развития научной работы.*

Ключевые слова: *массаж, робот, обучение, эксперименты, развитие.*

Golovin V.F., Arkhipov M.V. «MPU»,
Samorukov A.E. «NMIZRK», Ermoshkin M.A. «NMIZRK»

TRAINING MANIPULATION ROBOT TO MASSAGE TECHNIQUES

Annotation: *The article deals with medical and technical problems that prevent the widespread introduction of massage robotic systems. It is shown that the massage can improve the performance of workers and improve the combat capability of soldiers. Practical work was carried out on the Russian modernized robot RM-01. First of all, the so-called "power" points were used and a method of teaching a robot spatial demonstration based on pliable control was proposed. Some results of experimental work are given and the plan of development of scientific work is planned.*

Keywords: *massage, robot, training, experiments, development.*

Медицинские и технические проблемы робототехнического массажа

Робототехнический массаж появился сравнительно недавно. Первый российский патент на способ массажа с помощью манипуляционных роботов был получен в 2000 году [2].

Хотя тактильное взаимодействие и польза ручного массажа известны с древних времён, в настоящее время существуют медицинские и технические проблемы, препятствующие широкому распространению массажа на основе манипуляционных роботов. Это проблемы медицинские и технические.

Медицинские проблемы связаны с необходимостью массажных процедур для разнообразных применений. В настоящее время наиболее распространённые массажные процедуры для удовольствия доступны только очень обеспеченным людям. Очень дорог массаж для спортсменов практически олимпийского уровня. Другими словами, для всего населения массаж очень дорог. Однако существует множество организаций, заинтересованных в работах по развитию массового массажа.

Технические проблемы связаны с дорогими на сегодняшний день техническими средствами выполнения разнообразного массажа. Одно из определений, наиболее полно отражающее свойства массажа, следующее. Массаж — это механическое, неинвазивное, контролируемое, повторяющееся, без активного участия пациента, контактное деформирование мягких тканей, без существенного изменения их формы [7]. Все указанные свойства массажа в настоящее время реализовать на основе манипуляционной робототехники для

пациентов с различными физическими данными экономически дорого, кроме простейших случаев выполнения приёмов по заданной программе.

Чтобы адаптироваться к данному пациенту, необходимо обучать робот, причём траектория движения робота должна учитывать усилия взаимодействия инструмента робота и тела пациента. Поэтому манипуляционные роботы с позиционным управлением могут выполнять только ограниченные массажные задачи. Чтобы выполнять массажные движения на упругих мягких тканях пациента подобно человеческой руке, нужно не только позиционно следовать рисунку приёма, но развивать необходимые усилия и контролировать их. Поэтому манипуляционный робот должен иметь датчики, измеряющие усилия и силовое управление [8].

Чтобы вводить в систему управления робота усилия для необходимого деформирования мягких тканей и параметры необходимого движения инструмента робота, возможны различные методы обучения расчётом или демонстрацией реальных траекторий [7]. Расчётом могут быть программно введены данные при заранее известных характеристиках среды — мягкой ткани, что невозможно для разных пациентов и при изменяющихся характеристиках. Методы обучения как повторения реальных движений опытного массажиста являются наиболее естественными. Далее рассматриваются методы обучения т. н. “силовых” точек и пространственных траекторий.

Массажная робототехника для повышения работоспособности трудящихся и повышения боеспособности военнослужащих

Для выполнения заданий в автоматизированном производстве на оборудовании, оснащённом системами числового программного управления и робототехникой, современный рабочий, руководитель производства и исследователь должны быть не только грамотными исполнителями, но и творческими работниками. Чтобы удовлетворить этим требованиям они должны быть в отличной физической и психологической форме. Производственная гимнастика является одним из примеров решения данной проблемы. Но наряду с активными движениями физической культуры необходимо переходить в состояние творческой производственной работы. Такой переход возможен при занятиях специальной профилактической пассивной физической культурой, в том числе массажем [11]. В настоящее время нет такой возможности, в том числе по причине отсутствия необходимых аппаратных средств и методик, целью которых является повышение работоспособности трудящихся. Робототехника, оснащённая методом обучения пространственной мануальной демонстрации, может стать необходимым аппаратным средством.

Существует опыт подготовки спортсменов к соревнованиям, особенно к ответственным соревнованиям. Это и психологическая, и физическая подготовка, которая необходима спортсменам, чтобы иметь отличную форму для успешного выступления. Не менее ответственные задачи ставятся перед подготовкой военнослужащих, защищающих свою родину, когда от результатов их действий зависят судьбы людей.

Физическая подготовка включает комплексы упражнений, часто приближенных к боевым действиям, систематически выполняемые военнослужащими. Это аэробные и анаэробные упражнения. Действие этих активных упражнений особенно эффективно в комплексе с массажем.

Известен положительный опыт работы массажных корпусов для военнослужащих в Британии в 1914 году [1]. В начале 2000-х годов сообщается о массаже для военных с симптомами перемены места. Симптомы: проблемы с засыпанием, просыпанием посреди ночи, сложности с сексуальной близостью, усталость, чувство нервозности, подверженность испугу.

В работе [5] показано, что альтернативная медицина (complementary and alternative medicine), в том числе массажная терапия, является широко используемой формой медицинского обслуживания в Соединенных Штатах и что использование этих методов лечения увеличилось с тех пор, как такие обследования были впервые проведены в 1990 году.

Робототехника, оснащённая методом обучения пространственной мануальной демонстрации, может стать необходимым аппаратным средством.

Обучение «силовых» точек

Для ввода в систему управления робота данных о задаваемых и измеряемых перемещениях и усилиях был предложен метод обучения силовых точек. Этот метод требовал задания и измерения только одной составляющей усилия, направленной вдоль инструментальной оси робота. Был усовершенствован робот РМ-01 с возможностью программирования усилий и разработан и изготовлен силовой модуль, содержащий тензодатчик усилий, пружину для сглаживания перегрузок и сменный инструмент (*рис. 1*) [10].

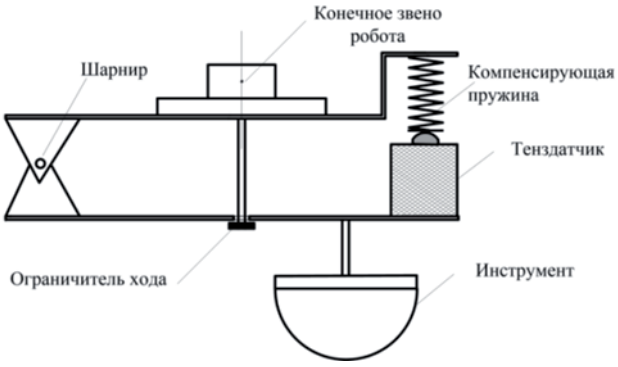


Рис. 1. Силовой модуль робота с пружинным компенсатором и однокомпонентным тензодатчиком усилия

Робот с вводом перемещений и усилий путем программного обучения силовых точек был признан работоспособным, были проведены основные исследования на макете и с пациентами добровольцами, но при обучении множества точек требовалось значительное время и напряжённая работа массажиста-оператора.

Для большего сервиса и быстродействия был предложен метод обучения мануальной демонстрацией пространственного необходимого перемещения при деформировании мягких тканей пациента [6, 10].

Обучение мануальной пространственной демонстрацией с помощью задающей рукоятки

Демонстрация необходимого движения с помощью задающей рукоятки с податливым управлением является наиболее естественной формой обучения и ввода данных. Это бионический подход к организации управления, позволяющий приближать управление роботом к естественным действиям опытного массажиста — человека. Системы с организацией обучения необходимого движения демонстрацией относятся к классу систем полуавтоматического биотехнического управления, к классу человеко-машинных систем или систем эргатического управления. Особенностью класса систем эргатического управления для медицинской техники является объект управления — пациент с психофизиологическими свойствами, которые отсутствуют у технических объектов управления.

Механика взаимодействия робота и МТ (мягкой ткани) при обучении показом представлена на *рис. 2*, где оператор перемещает рукоятку, закрепленную на конечном звене робота и деформирует МТ.

Обозначения векторов усилий (моментов) следующие:

- F_r — вектор усилий (моментов), создаваемых двигателями приводов робота,
- F_0 — вектор усилий (моментов), создаваемых рукой оператора,
- F — вектор усилий (моментов), создаваемых давлением мягкой ткани на инструмент робота.

Усилие F_0, создаваемое рукой массажиста-оператора образует траекторию, точки которой содержат не только геометрическую, но и силовую информацию о деформировании МТ.

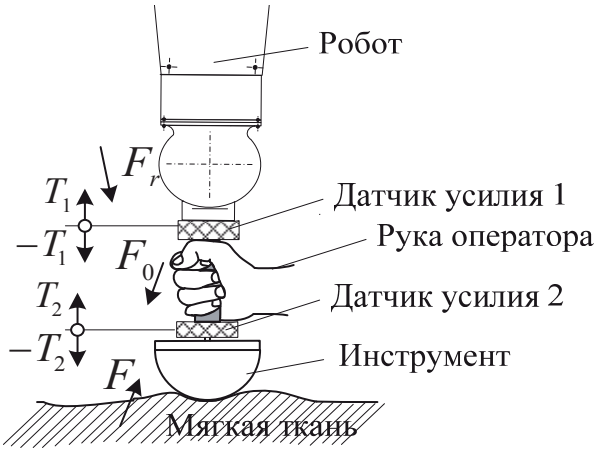


Рис. 2. Усилия, прилагаемые к роботу со стороны оператора и среды

Дифференциальное уравнение робота имеет вид:

$$H(q)\,\ddot{q} + h(q, \dot{q}) + C(q) = F_r + J^T(q)F_e,$$

здесь $q, \dot{q}, \ddot{q} \in R^n$ — векторы обобщенных координат положения, скорости, ускорения манипулятора соответственно; $H(q) \in R^{n\times n}$ — матрица, характеризующая инерционные свойства манипулятора; $h\left(q,\dot{q},\ddot{q}\right) \in R^n$ — вектор, характеризующий центробежные, Кориолисовы силы в звеньях манипулятора; $C(q) \in R^n$ — вектор, характеризующий гравитационные силы в звеньях манипулятора; $F_r \in R^n$ — вектор управляющих моментов, развиваемых приводами манипулятора; $J(q) \in R^{n\times m}$ — вектор сил, действующих на конечное звено (инструмент) манипулятора со стороны среды и рукоятки оператора; $J(q) \in R^{n\times m}$ — матрица Якоби, связанная с преобразованием скоростей обобщенных координат q и декартовых координат конечного звена $\dot{X}$. В случае гравитационной компенсации $C(q) = 0$.

Режим медленных, плавных и глубоких движений в массаже может быть приближен к квазистатическому, тогда:

$$h(q)\ddot{q} = h(q, \dot{q}) = 0 \text{ и } F_r + J^T(q)F_e = 0,$$

здесь $F_e = F_0 - F$.

Это равенство позволяет сформулировать цель управления — оператор-массажист должен задавать и чувствовать своей рукой необходимое усилие деформирования МТ, т.е. чувствовать по реакции МТ:

$$F \to F_0.$$

Последнее уравнение отражается в функциональной схеме системы обучения показом с многокомпонентным силовым датчиком (*рис. 3*).

На *рис. 3* $f(q)$ и $f_{-1}(x)$ — преобразования координат в прямой и обратной кинематических задачах, x_e — вектор рельефа мягкой ткани. В процессе обучения перемещения в суставах с энкодеров записываются или в виде отдельных узловых силовых точек, или в виде непрерывной траектории.

Система, представленная на *рис. 3*, содержит в цепи прямых воздействий интегратор, а потому является астатической, уменьшающей статическую ошибку и позволяющей изменять скорость пропорционально усилию. Ошибки робота при случайных быстрых движениях массажиста могут быть исправлены визуальной обратной связью от массажиста.

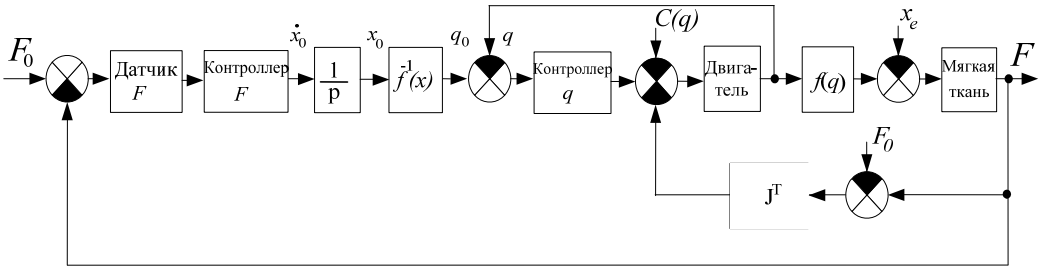


Рис. 3. Функциональная схема системы обучения демонстрацией
с многокомпонентным силовым датчиком
с учётом деформирования мягкой ткани пациента

В процессе обучения перемещения в суставах с энкодеров записываются или в виде отдельных узловых силовых точек или в виде непрерывной позиционной траектории.

Рассмотрим движение робота только в глубину МТ. В результате воздействия оператора $F_z \to F_{z0}$. Пусть МТ (мягкая ткань) описывается моделью $F = f(z)$ (*рис. 4*).

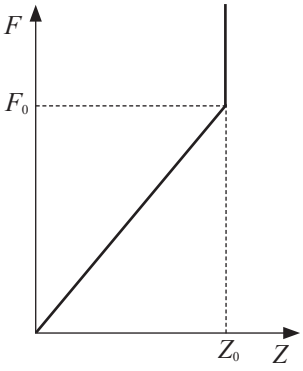


Рис. 4. Модель мягкой ткани

Здесь z — проникновение инструмента робота в МТ, z_0 — глубина МТ до костной ткани. Это приближение к классическому массажу, когда большая часть усилия оператора приходится на деформирование упругой МТ. Тогда на линейном участке $z < z_0$ оператор будет ощущать реакцию МТ $F = kz$. На участке $z = z_0$ усилие будет F_0.

Поэтому записанная на энкодере при обучении траектория $z(t)$ не будет отражать усилий $F > F_0$. Это режим позиционного воспроизведения с приоритетом перемещений.

Чтобы отражать усилия $F > F_0$ необходимо использовать информацию с силовых датчиков. Это приближение к остеопатическому массажу, когда усилия прикладываются к костным тканям. Система управления при воспроизведении строится с приоритетом силовой информации.

Экспериментальные исследования и планы развития научного направления

Серия экспериментальных работ была выполнена с силовым модулем, размещенным на роботе РМ-01 [10]. Эксперименты показали возможность контроля податливости в свободном пространстве и при контакте с мягкой тканью.

Основной характеристикой режима обучения является отклонение реальной силы, создаваемой инструментом на мягкой ткани F от силы, создаваемой оператором F_0. На *рис. 5*. представлена характеристика $F = f(F_0)$ и отклонения $F - F_0$.

Максимальное отклонение реальной силы от заданной не превышает 10%, что допустимо для профилактического массажа.

Чтобы показать реальность робототехнического массажа, для добровольцев с участием модернизированного робота РМ-01 были написаны программы профилактического массажа спины. Также была составлена и отлажена на добровольцах программа коррекции дорсопатии. Программы включают подпрограммы деформирования мягких тканей с заданным усилием. Однако для обучения используется метод силовых точек, что превращает обучение в процедуру длительностью до 20 минут.

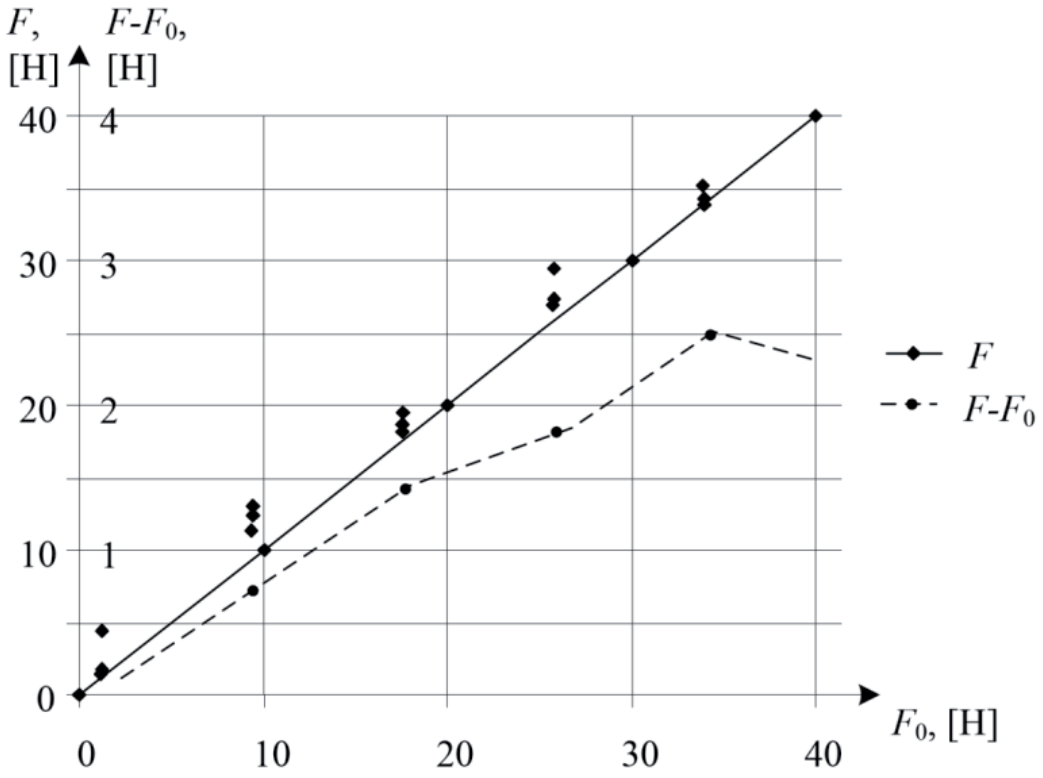


Рис. 5. Характеристика $F = f(F_0)$ и отклонения $F - F_0$

Чтобы ускорить обучение массажу до 1–2 минут с мануальным введением необходимых усилий и учитывать изменение свойств мягких тканей вводом новых программ необходимо решение обозначенных выше медицинских и технических проблем. Технические проблемы связаны с разработкой манипуляционных роботов с адмитансным управлением, медицинские проблемы связаны с разработкой методик обучения и совместной безопасной работы робота и находящихся в рабочей зоне робота двух человек: пациента и обучающего массажиста.

Литература

1. Военный массажный корпус «Алмерик Паже» – введение [Электронный ресурс] URL: http://www.nationalarchives.gov.uk/women-inuniform/almeric_paget_intro.htm (дата обращения: 15.04.2015).
2. *Головин В.Ф., Саморуков А.Е*. Способ массажа и устройство для его осуществления, Российский патент, 1998. № 2145833.
3. *Головин В.Ф., Архипов М.В., Кочеревская Л.Б*. Робототехника для повышения боеспособности военнослужащих. Сб. тезисов Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника и конверсионные технологии», 2018.
4. *Головин В.Ф., Саморуков А.Е., Архипов М.В., Журавлев В.В*. Обзор состояния робототехники в восстановительной медицине // Мехатроника, Автоматизация, Управление. – 2011. – №8. – С. 42–50.

5. Массаж для военных. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.learn-massage-therapy-online.com/massage-for-military.html (дата обращения: 15.04.2015).
6. *Arkhipov M., Leskov A., Golovin V., Gercik Y., Kocherevskaya L*. Prospects of Robotics Development for Restorative Medicine // Proceedings of the 25th Conference on Robotics in Alpe-Adria-Danube Region, Springer, 2016. – P. 499–506.
7. *Golovin V.F., Grib A.N.* Mechatronic system for manual therapy and massage // Proc. 8-th Mehatronics Forum International Conference, University of Twente, Netherlands, 2002.
8. *Golovin V.F., Zhuravlev V.V., Razumov A.N., Rachkov M.U*. Adaptive force module for medical robots // Issues of Workshop on «Adaptive and Intelligence Robotics: Present and Future», Russia, IPM RSA, Moscow, 2005.
9. *Golovin V., Zhuravlev V., Arkhipov M.* Robotics in Restorative Medicine // LAPLAMBERT Academic Publishing, GmbH & Co. KG, 2012. – 270 p.
10. *Arkhipov M., Orlov I., Golovin V., Kocherevskaya L.* Bio-mechatronic modules for robotic massage // Proceedings of the 25th Conference on Robotics in Italy (RAAD16), Springer, 2016. – P. 499–506.
11. *Golovin V., Samorukov A., Arkhipov M., Kocherevskaya L*. Robotic Restorative Massage to Increase Working Capacity // Alternative and Integrative Medicine, 2018. – V. 7. I. 2.

Чукарева М.М. Бадеева Е.А., Мурашкина Т.И., Кукушкин А.Н.
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ЛИНЕЙНОСТИ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Аннотация: *Для уменьшения основной погрешности волоконно-оптических датчиков давления, используемых в системах жизнеобеспечения предложено несколько способов снижения погрешности линейности, основанных на исключении нелинейных участков функции преобразования конструктивным путем и в процессе юстировки волоконно-оптических преобразователей линейных микроперемещений.*

Ключевые слова: *волоконно-оптический датчик, измерение, погрешность, способы снижения погрешности.*

Chukareva M.M., Badeeva E.A., Murashkina T.I.,
Kukushkin A.N. Of the «Penza state University»

WAYS OF REDUCING THE BASIC ERROR OF LINEARITY FIBER OPTIC SENSORS

Annotation: *To reduce the basic error of fiber-optic pressure sensors used in life support systems, several ways to reduce the error of linearity are proposed, based on the exclusion of nonlinear sections of the conversion function in a constructive way and in the process of alignment of fiber-optic converters of linear micro-displacements.*

Keywords: *fiber-optic sensor, measurement, error, methods of reduction the error of linearity.*

Большая часть основной погрешности средств изменений — это погрешность линейности. Причинами данной погрешности могут быть конструктивное, технологическое или схемное несовершенство средства измерений и нелинейные искажения функции преобразования. Поэтому стоит задача снижения погрешности линейности при разработке волоконно-оптических датчиков, базовым элементом которых являются волоконно-оптические преобразователи микроперемещений (ВОПМП) [1–3].

Рассмотрим пример решения данной проблемы для ВОПМП с открытым оптическим каналом с предельным аттенюатором [3, 4]. Аттенюатор может быть прямоугольным, с квадратным или круглым отверстием. При перемещении аттенюатора под действием измеряемой физической величины (избыточного давления, разности давлений, силы, деформации и др.) происходит смещение отверстия относительно оптической оси подводящего оптического волокна (ПОВ), соответственно изменяется площадь $S_{ПР}$ засветки отводящего оптического волокна (ООВ) и коэффициент преобразования $K(Z)$ ВОПМП (*рис. 1*) [4].

На *рис. 2* приведены графики зависимости $S_{ПР} = Ф/Ф_0 = f(Z)$ для ВОПМП с предельными аттенюаторами, перемещающимися в направлении Z.

Зависимость нелинейная. Например, если в ВОПМП используются оптические волокна (ОВ) с параметрами: диаметр сердцевины $d_c = 200$ мкм, апертурный угол $Q_{NA} = 12$ градусов, а аттенюатор смещается в диапазоне 0...200 мкм, то существенная нелинейность наблюдается на участках 0...50, 150...200 мкм. Это объясняется тем, что в начале и в конце диапазона смещения оптического пятна $Z_{min}...Z_{max}$ относительно поверхности приемного торца ООВ (равный $0…d_c$) площадь перекрытия изменяется существенно ввиду круглого профиля сердцевины оптического волокна [3, 4].

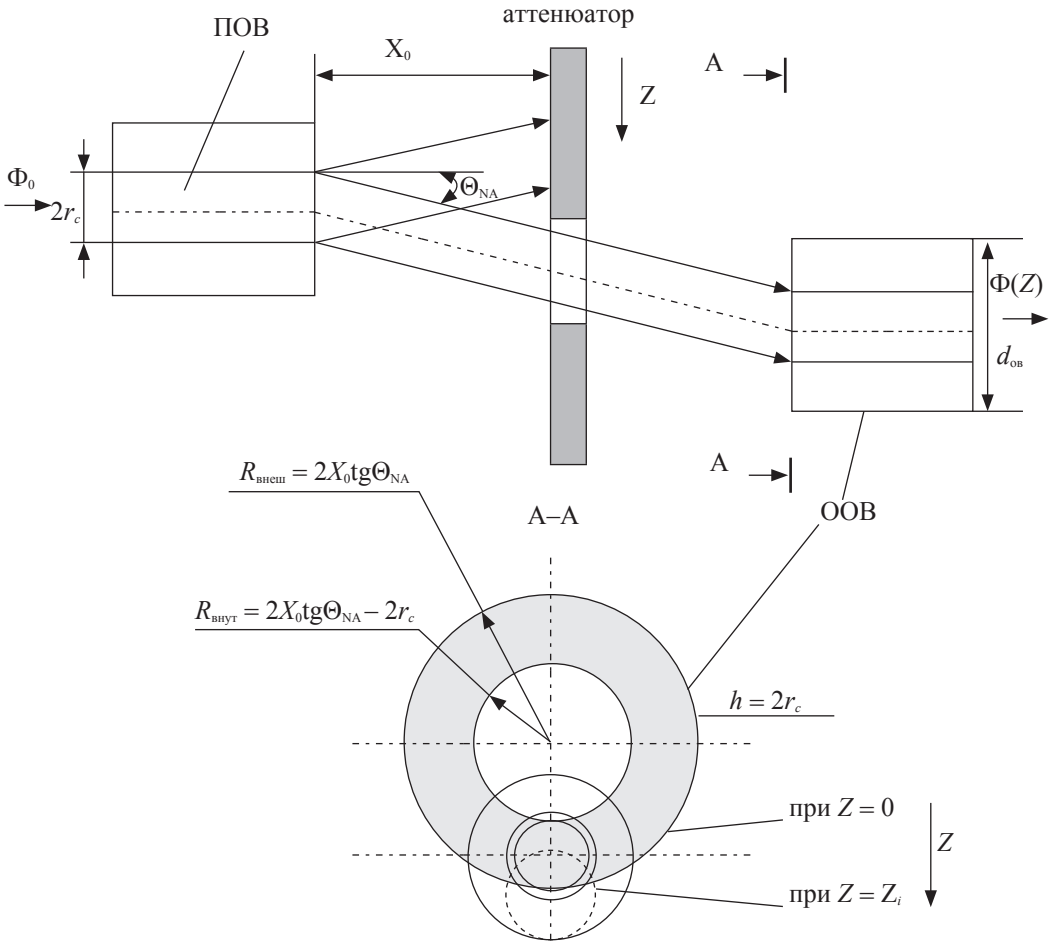


Рис. 1. ВОПМП с предельными аттенюаторами

Разработано несколько способов снижения погрешности линейности.

В первом способе предлагается ограничить диапазон перемещения аттенюатора. Чтобы снизить погрешность линейности необходимо конструктивным путем исключить начальный и конечный нелинейные участки зависимости $\Phi/\Phi_0 = f(Z)$, так чтобы $Z_{min}...Z_{max} = (0{,}25\ldots0{,}75)d_c$ (см. *рис. 2*а). Этого можно добиться в процессе юстировки ВОПМП аттенюаторного типа изменением:

- расстояния между излучающим торцом ПОВ и аттенюатором и между аттенюатором и приемными торцами ООВ [3, 4];
- расстояния между ОВ и отражающей поверхностью аттенюатора и шириной отражающей полосы аттенюатора (для ВОПМП с отражательным аттенюатором [1]).

Во втором способе предлагается изменять расстояние между ОВ и аттенюатором или отражающей поверхностью [1, 3, 4].

На *рис. 2*б приведены зависимости $K(Z)$ для ВОПМП с предельным прямоугольным аттенюатором при разных значения расстояния X между ОВ и поверхностью аттенюатора. Относительное изменение интенсивности светового потока $\Phi/\Phi_0 = f(Z)$ в диапазоне измерения будет носить аналогичный характер.

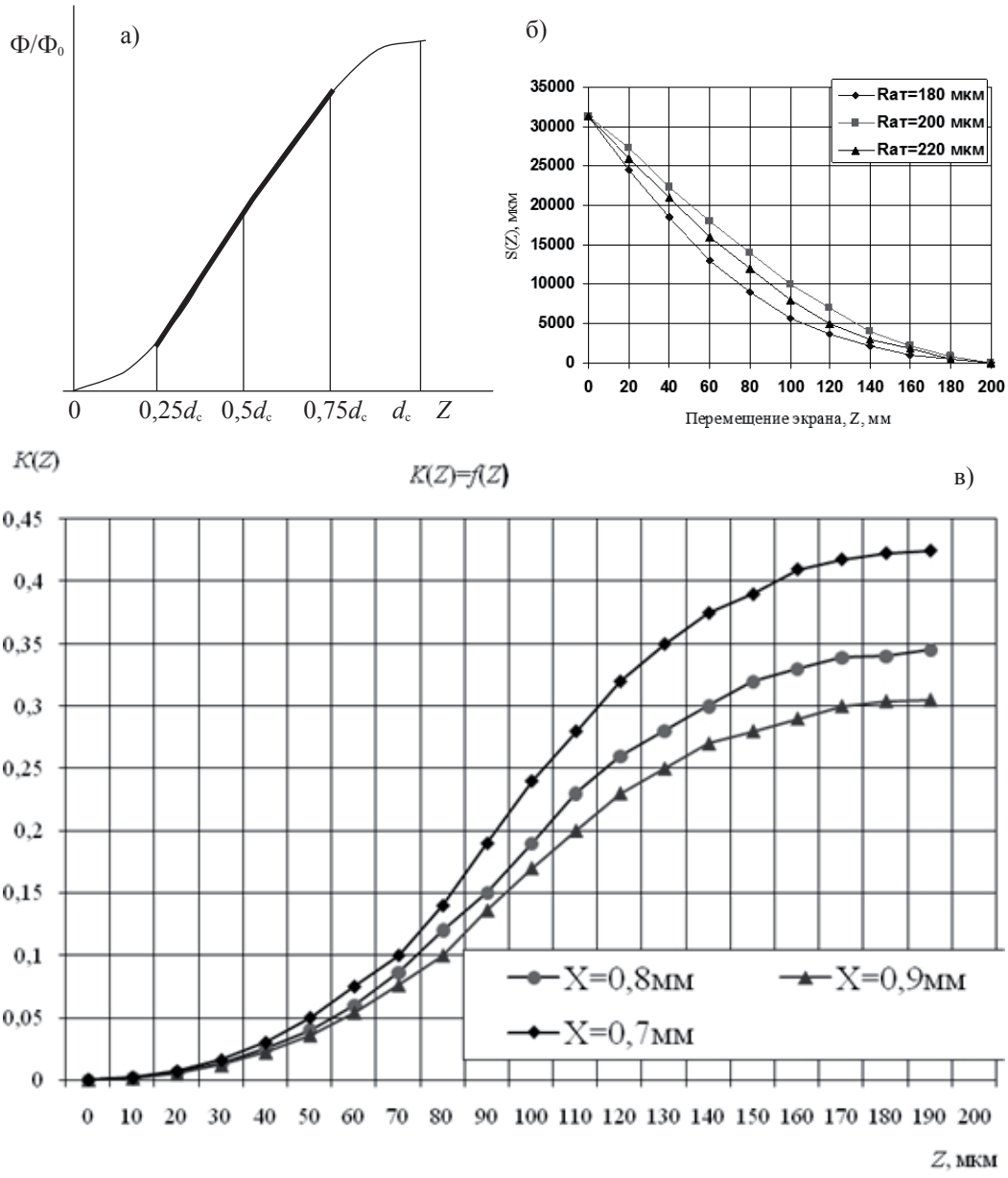


Рис. 2. Графики функций преобразования ВОПМП с аттенюаторами

Зависимости нелинейные. В данном случае, изменяя расстояние X, можно изменять не только чувствительность преобразования оптического сигнала, но и линейность зависимости $K(Z)$.

Например, для ВОПМП с ОВ с параметрами: $d_c = 200$ мкм, $\Theta_{NA} = 12$ градусов определено, что: 1) существенная нелинейность наблюдается на участках 0...50, 150...200 мкм, 2) при $X = 0{,}7$ мм чувствительность преобразования в 1,5 раза выше, чем при $X = 0{,}9$ мм. Одновременно зависимость $K = f(Z)$ при $X = 0{,}7$ мм более линейная, чем при $X = 0{,}9$ мм. Следовательно, для снижения погрешности линейности необходимо, чтобы $X \approx 1{,}5d_c$.

Третий способ заключается в изменении значения радиуса отверстия аттенюатора $R_{АТ}$ в процессе проектирования (для ВОПМП с предельным аттенюатором с круглым отверстием) (см. *рис. 1*) [3].

На *рис. 2*в приведены расчетные зависимости $S_{ПР} = f(Z)$ для перемещения аттенюатора с круглым отверстием в диапазоне 0...200 мкм при $r_С$ = 100 мкм и $R_{АТ}$ = 180, 200, 220 мкм. Максимальное отклонение от линейной линии регрессии равно 2200, 1700, 1600 мкм^2 соответственно.

Как видно из графика, погрешность линейности минимальна при $R_{АТ}$ = 200 мкм. Для заданных условий данное значение совпадает с диаметром сердцевины оптического волокна, то есть погрешность линейности минимальна, когда $R_{АТ} = r_С$.

В *четвертом случае* рассмотрим ВОПМП с модулирующим элементом в виде цилиндрической линзы [5, 6].

Вид выходной характеристики для ВОПМП, в котором модулирующий элемент в виде цилиндрической линзы перемещается перпендикулярно оптической оси, на которой расположены ПОВ и ООВ, аналогичен [4]. Если используются ОВ с параметрами: $d_с$ = 200 мкм, апертурный угол Θ_{NA} = 12 градусов, то перемещение осуществляется в пределах от минус 100 до 100 мкм. В этом случае наименьшая погрешность линейности наблюдается на участке от минус 50 до 50 мкм. Линейность достигается путем отсечения нелинейных участков (см. первый способ). Также для линеаризации выходной зависимости необходимо изменить конструктивно-технологические параметры линзы, а именно варьировать значения диаметра и длины, а также менять материал цилиндрической линзы (коэффициент преломления). Предлагаемые технические решения могут быть использованы при разработке ВОД в различных областях техники.

Литература

1. Разработка теории распределения светового потока в оптической системе волоконно-оптических преобразователей физических величин отражательного типа: монография / Бадеева Е.А., Коломиец Л.Н., Кривулин Н.П., Мурашкина Т.И., Пивкин А.Г. / под общ. ред. профессора Мурашкиной Т.И. – ИИЦ ПГУ, 2008. – 85 с.
2. Теоретические основы проектирования амплитудных волоконно-оптических датчиков давления с открытым оптическим каналом: монография // Бадеева Е.А., Гориш А.В., Мурашкина Т.И. и др. – М.: МГУЛ, 2004. – 246 с.
3. *Пивкин А.Г., Мурашкина Т.И.* Волоконно-оптические датчики давления аттенюаторного типа для ракетной техники: монография. – Пенза: ПГУ, 2005. – 150 с.
4. Вывод функции преобразования аттенюаторных волоконно-оптических датчиков разности давлений / Рубцов И.С., Гориш А.В., Мурашкина Т.И., Савочкина М.М. // Надежность и качество. – 2015 : Труды Международного симпозиума: в 2 т. / под ред. Н.К. Юркова. – Пенза: ПГУ, 2015. – 2 т. – С. 69–73.
5. Волоконно-оптические датчики ускорений с цилиндрическими линзами, разработанные в НТЦ «Нанотехнологии волоконно-оптических систем» Пензенского государственного университета / Мурашкина Т.И., Бадеева Е.А., Бадеев А.В. и др. // Сборник трудов IX-ой Межд. конф. молодых ученых и специалистов «Оптика-2015» / под ред. проф. В.Г. Беспалова, проф. С.А. Козлова. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 513–515.
6. Моделирование физических процессов в волоконно-оптическом преобразователе перемещений с цилиндрической линзой / Щевелев А.С., Логинов А.Ю., Мурашкина Т.И., // Тр. Междунар. симп. – Пенза: ПГУ, 2010. – Т. 1. – С. 116–117.

Ларионов Н.В., Ермаков А.А. «МФМГТУ им. Н.Э. Баумана»

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА УНИВЕРСИТЕТА НА БАЗЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «1С. ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ. КОРПОРАТИВНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Аннотация: *Переход на инновационные информационные технологии организации учебного процесса вузов является насущной задачей настоящего времени. В большом количестве предлагаемых рынком программных изделий выгодно выделяется продукт "1С: Электронное обучение. Корпоративный университет", позволяющий создать единое учебное пространство университета. В данной статье дано описание возможностей этого программного обеспечения.*

Ключевые слова: *электронное обучение, программные продукты, автоматизация учебного процесса, единое информационное образовательное пространство вуза.*

Larionov N.V. Eemakov A.A. «MFMGTU N.E. BAUMAN»

THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY ON THE BASIS OF THE SOFTWARE PRODUCT "1C. ELECTRONIC TRAINING. CORPORATE UNIVERSITY"

Annotation: *Transition to innovative information technology training universities is an urgent task at present. In a large number of proposed market products distinguishable product " 1 c: e-learning. Corporate University, " allows you to create a single educational space of the University. This article describes the capabilities of this software.*

Keywords: *e-learning, software, automation of the educational process, a single information educational space of the University.*

В повышении качества образования огромную роль играют инновационные технологии, основанные на методах электронного обучения. Как показывает практика практически все вузы Европы и России в той или иной мере используют электронное обучение.

Технологии электронного обучения могут применяться в различных формах обучения:

- при очной и очно-заочной форме — они помогают организовать самостоятельную работу и проводить непрерывный мониторинг учебного процесса;
- при заочной форме — информационные технологии являются основной формой подачи материала, способствуют выработке навыков практической работы, помогают организовать мониторинг учебного процесса.
- Принцип сочетания аудиторных и электронных форм преподавания — ведение смешанного обучения — обеспечивает возможность сочетания в учебном процессе лучших черт аудиторной и электронной форм обучения.

В настоящий момент существует большое количество сред ДО начиная от простых и заканчивая сложными, как коммерческими так и бесплатными.

Самым популярным является достаточно давно известный сервис Moodle с открытым кодом, являющаяся самой популярной площадкой в мире, на базе которого любая компания может развернуть собственное elearning-решение.

Стоить отметить, что многие, предпочитая moodle в силу того что он бесплатен, не задумываются о косвенных тратах — таких как собственная тех поддержка, работа своих специалистов по настройке и обслуживании сервиса. А это на самом деле немаленькие деньги и немаленькие сроки.

Проанализировав рынок систем, мы пришли к выводу о целесообразности использования новой, автоматизированной системой дистанционного обучения, основанной на базе программного продукта «1С: Электронное обучение. Корпоративный университет» и расширяющего его возможности, программный продукт 1С: Электронное обучение. Веб-кабинет преподавателя и студента, который позволяет организовать многопользовательский веб-доступ обучающихся и преподавателей.

За счет использования данной системы, должны решаться следующие задачи:

1. Повышение эффективности работы преподавательского состава с абитуриентами и студентами.
2. Выведение доступа к курсам лекций, методическим указаниям, статьям, научным работам, издаваемым преподавателями вуза, на новый уровень, тем самым повышение информационной оснащенности студентов и абитуриентов.
3. Возможность интерактивно проходить курсы обучения.
4. Со стороны преподавательского состава осуществлять оперативный контроль знаний студентов на каждом этапе.
5. Не испытывать трудности в поиске и использовании узконаправленной литературы и научных публикаций.
6. Составление и ведение планов обучения и расписания мероприятий;
7. Разработка и хранение электронных курсов и учебных материалов;
8. Контроль усвоения знаний, разработка и проведение тестирования;
9. Оценка и анализ результатов обучения;

Программный продукт "1С: Электронное обучение. Корпоративный университет", предназначен для руководителей служб управления персоналом, средних и крупных предприятий, руководителей корпоративных учебных центров, а также для образовательных учреждений, предлагающих дистанционное и смешанное обучение.

Разработан ПП на платформе "1С: Предприятие 8.3", которая обеспечивает высокую гибкость, настраиваемость, масштабируемость, производительность и эргономичность прикладных решений, поддерживает работу в режиме тонкого и веб-клиента, работу пользователей через Интернет, в том числе и по низкоскоростным каналам связи.

Для разделения прав доступа в конфигурации имеется возможность вести списки пользователей и гибко настраивать их права с разбивкой по группам или индивидуально.

Реализована возможность разработки сценариев обучения, как для группового, так и индивидуального обучения. Это дает возможность автоматизировать процессы организации и управления различными формами обучения, принятыми в учебном заведении: электронным, очным и смешанным. Могут создаваться сценарии мероприятий различных форм, которые затем можно объединять в единое информационное учебное пространство вуза [1].

Для обеспечения учебного процесса предусмотрено создание и ведение каталога учебных материалов, глоссариев и справочников. В конфигурацию входит средство разработки собственных электронных курсов и материалов, которое позволяет:

- создавать обучающие материалы, содержащие тексты, графику, таблицы, гиперссылки, аудио и видео файлы;
- размещать и хранить в единой информационной базе файлы различных форматов;
- создавать электронные тесты, используя 8 различных типов вопросов;
- создавать глоссарии терминов и определений;
- вести библиотеку учебных материалов;
- использовать электронные учебные курсы, разработанные в стандарте SCORM.

Разработанные электронные курсы и материалы могут быть экспортированы (формат XML) в другую информационную базу. Возможна тонкая настройка компоновки, поведения и дизайна электронных материалов.

Реализована возможность импорта электронных учебно-методических материалов, учебных и тестовых заданий из ранее подготовленного Excel файла, шаблоны этих файлов предоставляются вместе с поставкой программного продукта.

"1С: Электронное обучение. Корпоративный университет" позволяет полностью автоматизировать учебный процесс:

- формировать учебные группы;
- назначать группам преподавателей (одного или нескольких) с различными ролями;
- составлять расписания обучения;
- вести учет загрузки преподавателей;
- вести учет имеющегося аудиторного фонда и оборудования для проведения мероприятий.

Конфигурация дает возможность организовать взаимодействие обучающихся с менеджерами обучения через опросы и анкетирования, вести информационный обмен между всеми участниками учебного процесса: публикация новостей, система обмена сообщениями, форумы, внутренняя почта.

"1С: Электронное обучение. Корпоративный университет" предоставляет следующие возможности, для обучающихся:

- позволяет самостоятельно подавать запросы на обучение,
- предоставляет доступ к каталогу открытых электронных ресурсов,
- дает возможность знакомства с каталогом и расписанием мероприятий,
- позволяет проходить электронное обучение,
- дает возможность просмотра персональной "зачетной книжки";

для проводящих обучение:

- обеспечивает возможность просмотра программ обучения и мероприятий, проводимых ими,
- предоставляет доступ к результатам выполнения обучающимися заданий и тестов,
- позволяет видеть результаты обучения,
- позволяет вести учебные ведомости по каждому мероприятию, независимо от формы его проведения.

Программный продукт позволяет создавать тесты для контроля усвоения знаний обучающимися. Поддерживается 10 типов тестовых вопросов.

Прикладное решение позволяет вести учет, собирать и накапливать статистику по каждому учебному мероприятию: количество прошедших обучение, продолжительность обучения, выставленные оценки, отзывы о мероприятии и другие показатели.

Программный продукт «1С: Электронное обучение. Веб-кабинет преподавателя и студента», технологически это веб-кабинет, представляющий собой веб-сайт (веб-приложение) с открытым исходным кодом на основе технологий HTML, JS, CSS, который можно использовать как самостоятельно, так и интегрировать в существующие сайты. Веб-кабинет работает в тесной взаимосвязи с информационной базой 1С: Предприятие 8 посредством использования веб-сервисов и http-сервисов.

Веб-кабинет предназначен только для обучающихся и преподавателей и содержит необходимый им функционал, почти идентичный доступному для этих ролей в вышеназванном программном продукте, при работе через тонкий или веб-клиент.

Работа через веб-кабинет проходит с использованием любого из наиболее распространенных браузеров (Windows Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome или Safari) и возможна не только со стационарных компьютеров или ноутбуков, но и с iOS или Android мобильных устройств.

Особенностью лицензии на использование веб-кабинета является то, что она предоставляет право на организацию посредством веб-сайта доступа к информационной база ПП 1С: Электронное обучение. Корпоративный университет:

- с неограниченного количества рабочих мест (в том числе и мобильных устройств);
- пользователям, являющимся сотрудниками организации, которая приобрела веб-кабинет или проходящим у него обучение.

При этом для работы в веб-кабинете преподавателей и обучающихся нет необходимости докупать аппаратные или программные клиентские лицензии 1С: Предприятие 8.

Исходный код веб-кабинета открыт, поэтому при внедрении веб-кабинет можно интегрировать в существующие сайты, изменить его дизайн, добавить новые возможности.

Веб-кабинет размещается на веб-сервере. Установка веб-кабинета требует следующих умений: корректно настроить общий каталог на веб-сервере, публиковать на веб-сервере информационные базы 1С: Предприятие 8, создавать виртуальные каталоги на веб-сервере (alias).

Веб-кабинет имеет многостраничную архитектуру, которая позволяет добавлять собственные страницы. Функциональность взаимодействия с информационной базой вынесена в отдельный модуль, что позволяет написать свой API для своей архитектуры. На уровне веб-кабинета реализована поддержка CAS-сервера единой аутентификации пользователей, но возможна реализация собственной логики аутентификации.

Таким образом, система дистанционного обучения "1С: Электронное обучение. Корпоративный университет", поможет создать единое информационное учебное пространство университета и решить задачи по автоматизации учебного процесса вуза.

Литература

1. Электронное обучение. 1С: Корпоративный университет библиотека. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www. v8.1c.ru› (дата обращения 12.11.2018).
2. *Бейсетаев Д.Б., Султанова Б.К.* Создание единого информационного пространства вуза // Молодой ученый. – 2015. – №23. – С. 107–110. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL https://moluch.ru/archive/103/23923 (дата обращения: 12.11.2018).

Петрунина Е.В., Никольский А.Е.
«МГГЭУ» nikae1936@yandex.ru

СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ РЕШЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: *Рассматривается задача формирования облика ТС для пользователей-инвалидов с ОВЗ, в котором требуется учет вида нозологии пользователя, определённых функциональных динамических характеристик ТС, применения современных технических и конструктивных элементов, а также простоты, автономности управления, надежности и эксплуатационных ограничений.*

Ключевые слова*: транспортное средство, инвалид, структура, модель, нейронная сеть*

Petrunina E.V., Nikolsky A.E.
«MGGEU»

CREATING MODELS OF VEHICLES FOR THE DISABLED WITH DAMAGE OF THE SUPPORT-MOTOR APPARATUS ON THE BASIS OF NEURAL NETWORK SOLUTION

Annotation: *The task of forming the appearance of the vehicle for disabled users with disabilities, which requires consideration of the type of nosology of the user, certain functional dynamic characteristics of the vehicle, the use of modern technical and structural elements, as well as simplicity, autonomy of control, reliability and operational limitations.*

Keywords: *vehicle, invalid, structure, model, neural network*

Спрос и многообразие существующих транспортных средств (ТС) не решают проблему приобретения их лицами — инвалидами, с определенными физическими отклонениями, видами ОВЗ (нозологиями), поскольку индивидуальные требования пользователей вызывают существенные трудности выбора или технических доработок ТС. В связи с этим рассматривается задача формирования облика ТС для пользователей с ОВЗ, в котором требуется учет нозологии пользователя, определённых функциональных динамических характеристик ТС, применения современных технических и конструктивных элементов, а также простоты, автономности управления, надежности и эксплуатационных ограничений. Задача сводится к поиску вектора параметров ТС, доставляющих минимум целевой функции (по стоимости) в области существования проекта в рассматриваемом классе ТС, удовлетворяющего ограничениям пользователя с ОВЗ.

В основу комплексной методики по формированию облика ТС положена математическая модель, описывающая функционал, как отдельных модулей, так и ТС в целом. Комплексная методика предусматривает внешнее и внутреннее проектирование. Внешнее проектирование определяется концепцией ТС, ТЗ, общей весовой нагрузкой, динамическими характеристиками, а внутреннее проектирование в качестве альтернативных, базовых вариантов может использовать существующие блоки, схемы, конструктивные решения ТС, систем таких как: электродвигатель, трансмиссия, ходовая часть, система управления и навигации, энергетика. Тематика и проблематика формирования облика ТС удовлетворяющего требованиям является сложной, так как она затрагивает связь процессов конструирования, технологического проектирования, сертификации и эксплуатации. Влияние формирования облика ТС, базируется на основных положениях теории иерархи-

ческих систем, методах и моделях системного анализа, сравнительном анализе альтернативных вариантов.

Общая модель системы формирования облика представима в виде трёх уровней детализации процесса. Модель первого уровня включает перечень физических отклонений пользователя, таких как нарушение подвижности верхних и нижних конечностей, речи, зрения, слуха и др. Модель второго уровня является базой информационно-аналитической системы, представимой в виде экспертной системы, реализующей рефлексивно-активную саморазвивающуюся технологию устойчивого управления ТС в различных ситуациях изменения внешней среды и построенной на функциональных модулях. Модель третьего уровня, представляющая несущую конструктивно-техническую систему, зависит от сложности используемых деталей, материалов, дизайна. В данном случае определённый формализм конструирования отсутствует и его надо синтезировать, интегрируя особенности предметного анализа, являющихся развитием CAE (Computer Fided Engineruing), использующих наборы функциональных модулей при формировании комплекса ТС [1]. Как правило, перечень физических отклонений пользователя, наборы функциональных модулей, составляют основу структурированной базы данных. Для поиска и построения различных вариантов структур облика ТС используется база знаний. Знания могут быть представленными в виде продукционных правил применения модулей вида «ЕСЛИ (условие применимости), ТО (результат, возможно, с коэффициентом уверенности)», так и более сложными отношениями, представленными в структурированном виде, например, семантическими сетями, фреймами и т.п.

Для поиска облика ТС в базе знаний привлекается метод нейронных сетей, позволяющий на основе распределённых баз данных, сформированных правил знаний представить модель облика ТС для пользователя с ОВЗ. Типовая структура процесса обучения нейронной сети включает: базу данных, выбор примера, нейронную сеть, ответ сети, расчёт ошибки, подстройку весов сети, результат обученной сети. Использование нейронной сети в данном приложении включает: конфигурацию нейронной сети; проверку качества входов; тестирование пространства управления; планирование альтернативной стратегии состава ТС и управления; состав соответствующего пользовательского интерфейса. Большинство платформ моделирования уже имеют набор команд для программирования алгоритма нейронной сети, а число нейронов в сети устанавливается в процессе обучения. Нейронная сеть позволяет аппроксимировать отображения между исходными и целевыми показателями. При этом аппроксимируемые отображения могут иметь нелинейный характер [2]. Факторный анализ позволяет, на базе выборки различных показателей, сформировать факторные показатели, с необходимой точностью описывающие исходный объект. Факторные показатели являются линейной комбинацией исходных показателей. Суть данного метода для построений факторных моделей заключается в том, что для выявления закономерностей между параметрами используется математическая модель нейронной сети с линейной передаточной функцией. Значения факторных переменных определяется равным значениям выходных сигналов нейронов скрытого слоя нейронной сети. Тем самым нейронная сеть осуществляет классический факторный анализ, т.е. строит линейные комбинации исходных параметров [3].

Выявление изолированного влияния факторов и оценка влияния абсолютного изменения *i*-го фактора на абсолютное изменение результативного показателя под влиянием какого-либо фактора вычисляется по формуле:

$$\Delta x_i y = f(x_1^0,\ldots, x_{i-1}^0, x_i^1, x_{i+1}^0,\ldots, x_n^0) - f(x_1^0,\ldots, x_{i-1}^0, x_i^0, x_{i+1}^0,\ldots, x_n^0).$$

В данной работе может использоваться вариант алгоритма обратного распространения ошибки посредством введения дополнительного слагаемого в функцию ошибки для постро-

ения интерпретируемой факторной структуры и решения задачи формирования облика ТС на базе нейронной сети. Выбранный облик ТС подвергается моделированию для оценки процессов, происходящих на управляемом объекте, в частности, при отказе или неисправности соответствующих датчиков, так и моделирование возможных принятий управляющих решений в ситуациях, определяемых состоянием водителя и внешней средой.

Литература

1. *Володин В.В.* Автоматизация проектирования ЛА. / В.В. Володин. – М.: Машиностроение. – 1991. – 255 с.
2. *Гаврилевич М.* Введение в нейроматематику // Обозрение прикладной и промышленной математики. – М.: ТВП, 1994.
3. *Шовин В.А., Гольтяпин В.В*. Методы вращения факторных структур // Математические структуры и моделирование. 2015. – № 2. – С. 75–8.

Бытачевская Т.Н.,
Сорока К.В. «РГУ им. Косыгина»

HYPERLOOP — ПОЕЗД ДЛЯ ВСЕХ

Аннотация: *В работе проведён анализ внутреннего дизайна разрабатываемой капсулы Hyperloop. Рассмотрены факторы, которые влияют на удобство транспортировки пассажиров. Выявлено, что интерактивные окна являются важным аспектом для комфортной поездки.*

Ключевые слова: *дизайн, транспорт, удобство, капсулы, индукционные двигатели, интерактивные окна.*

Bytachevskaya T.N.,
Soroka K.V. «RGU them. Kosygin»

HYPERLOOP — A TRAIN FOR EVERYONE

Annotation: *The paper analyzes the internal design of the developed Hyperloop capsule. The factors that affect the ease of transporting passengers are considered. It is revealed that interactive windows are an important aspect for a comfortable trip.*

Keywords*: design, transport, convenience, capsules, induction motors, interactive windows.*

В настоящее время существует немало видов транспорта, благодаря которым выполняются пассажирские перевозки [ссылка на описание транспортных средств]. На протяжении столетий происходило их улучшение и модернизация. Проблема транспортного передвижения в каждую эпоху занимала умы человечества. Техническая революция XIX века создала условия для развития автомобилестроения. Создаются первые автомашины со скоростью движения в 20 км/час. Первый созданный автомобиль, был трёхколёсник, изобретённый Карлом Бенцем по форме больше напоминавший карету, затем автомобили стали четырёхколёсные, а форма наиболее обтекаемая, для лучшего сопротивления воздуху. Первый серийный автомобиль в России был «Руссо-Балт» XX века [1]. Со временем скорость автомобилей стала намного больше. Нынешние автомобили могут достигать до 400 км/час. Появляются пароходы, поезда, самолеты, вертолеты и т.д. Но XXI веке появляется идея создания транспортной системы, которая в разы превышает скорость ныне существующих транспортных средств.

Одним из параметров, которым придаётся немалое значение, является скорость транспортного средства. Hyperloop [4] обещает резко увеличить этот показатель. Идею капсулы для перемещения пассажиров Hyperloop придумал канадско-американский инженер Илон Маск. Он предлагает пятый вид транспорта. По его словам, эта идея пришла к нему во время долгой пробки, в которой он стоял. Сейчас нет окончательного внешнего вида этого устройства, так как идут его разработки, но уже есть варианты наиболее близки к реальности.

Пятый вид транспорта Hyperloop — это поезд для перемещения пассажиров или грузоперевозок. Перемещается данное устройство в специальных трубах с разряженным воздухом (с пониженным давлением) со скоростью до 1200 километров в час. Труба нужна для того, чтобы откачать из нее воздух и так снизить его сопротивление, что и обеспечит высокую скорость Hyperloop. Меньше сопротивление — выше можно развить скорость. По идее сами трубы (трассы) для Hyperloop будут расположены на над землёй, чем-то схожи с монорельсом.

Для достижения требований по скорости проводится различные исследования и конкурсы [ссылка на статью с работами студентов]. Однако не стоит забывать об эргономичной составляющей салона капсулы, которому должно уделяться не мало времени. Hyperloop позиционируется как общественный транспорт, а это значит, что им будут пользоваться также и люди с ограниченными возможностями.

Существует множество факторов влияющих на удобство человеке в салоне:

1. Площадь внутреннего салона.
2. Наличие окон.
3. Наличие санитарной комнаты.
4. Специальные места для инвалидов.

В связи с тем, что капсула перемещается в трубе вопрос о пространстве встаёт довольно остро. В первых образцах планировалось создать Hyperloop в диаметре 2,2 метра, но к счастью от этого отказались в пользу 3,3 что будет гораздо более удобнее для пассажиров.

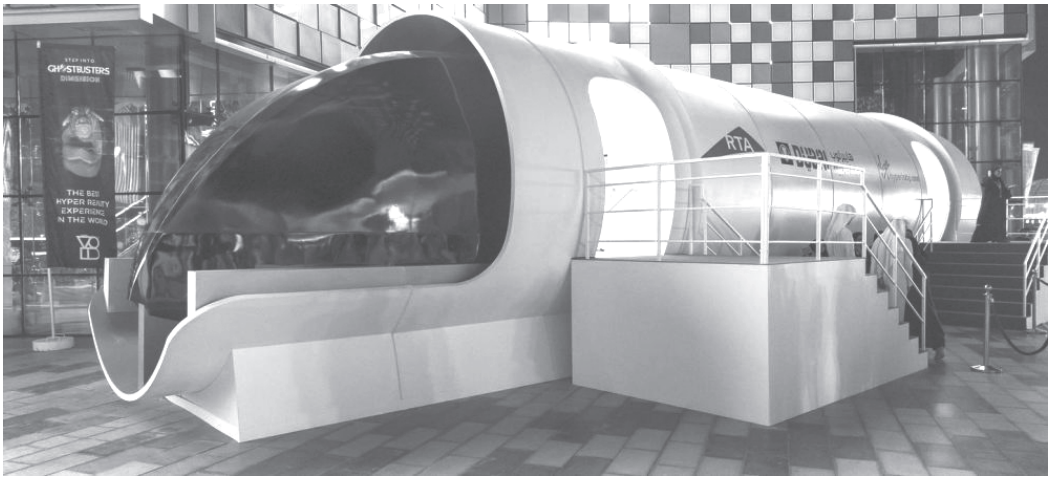


Рис. 1. Один из первых макетов Hyperloop в длину 8,7 метров и диаметр 3,3 метра

Как показано на *рис. 1*, окна в капсуле не предусмотрены в связи с техническими особенностями этого вида транспорта. В этом прототипе их никак не заменят, что видно на *рис. 2*. Однако у людей пребывание в закрытой капсуле может вызвать клаустрофобию, приступы паники. Кресла, разработанные компанией BMW для Hyperloop, будут оснащены развлекательными системами, что должно отвлекать пассажиров от безоконного пространства на время поездки [1].

Одним из вариантов решения является установка интерактивных окон, которые создадут пассажирам комфортное пребывание в капсуле. Интерактивные окна будут показывать местность, находящуюся за пределами капсулы и информировать пассажира о месте его положения, погоде и любой другой полезной информации.

Важно учитывать места для инвалидов так как иначе их передвижение в капсуле будет не комфортным, а в некоторых случаях невозможным. В России правила перевозки пассажиров-инвалидов в поездах дальнего следования регламентируются Распоряжением ОАО «Российские железные дороги» от 11 марта 2014 г. № 622р «Об утверждении и вводе в действие технологии резервирования мест и организации перевозки пассажиров на местах для инвалидов в поездах дальнего следования» [2].

Рис. 2. Интерьер пассажирского вагона

Рис. 3. Интерактивные окна

Для передвижения незрячих и слабовидящих будет использоваться шрифт Брайля, маркировка и тактильные индикаторы.

Тактильный указатель представляет собой полосу определенного цвета и рифления, который дает возможность путем осязания различать типы напольного покрытия на ощупь или используя остаточное зрение [5, с. 4]. Все параметры тактильных указателей установлены и утверждены соответствующим ГОСТ. Основным требованием, согласно стандартам, является шероховатость поверхности, исключающая скольжение. Тактильная индикация направляющих и предупреждающих указателей дополнительно дублируется цветовой маркировкой для слабовидящих и людей с нарушениями зрения. Для людей, имеющих высокую степень потери зрения, желтый — последний из цветов спектра, который остается различимым.

Как работает Hyperloop

Разгон и торможение капсулы производят линейные индукционные двигатели. Они размещаются в трубе, на расстоянии друг от друга. Статор этих двигателей расположен в капсуле. Таким образом, pod, передвигаясь над двигателем, будет получать импульс ускорения или, наоборот, замедлять скорость.

Для питания двигателей электроэнергией сверху на трубе будут размещены солнечные панели. По расчетам инженеров SpaceX, энергии, вырабатываемой фотоэлементами, будет хватать с избытком для всех нужд транспортной системы. Кроме того, во время торможения капсулы кинетическая энергия при помощи тех же линейных двигателей будет преобразована в электрическую [3]. Излишки электроэнергии, вырабатываемые транспортной системой, будут продаваться на рынке, повышая экономическую эффективность Hyperloop в целом.

Для того, чтобы преодолеть сопротивление воздуха, которое становится весьма серьёзным препятствием для капсулы, летящей со сверхзвуковой скоростью, создатели Hyperloop предусмотрели встроенный канальный вентилятор, воздушный компрессор и систему воздуховодов в передней части транспортного средства. Предназначение этих устройств и приспособлений — перемещение воздушного потока перед капсулой, назад по ходу движения.

Разработка Hyperloop только переходит на этап создания внутреннего дизайна — существует возможность проработать основы обеспечения комфортной поездки каждому человеку заранее [6].

Литература

1. Virgin Hyperloop One показала интерьер пассажирского вагона // Apparat — журнал о новом обществе. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://apparat.cc/news/hyperloop-pod.
2. Проезд людей с ограниченными возможностями // Карте сервис. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.carteservice.ru/tickets/invalids.
3. Транспорт будущего: Hyperloop показала пассажирскую капсулу Quintero One // Robohunter — сообщество робототехников. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://robo-hunter.com/news/transport-budushego-hyperloop-pokazala-passajirskuy-kapsulu-quintero-one13570.
4. Hyperloop — вакуумный поезд гиперлуп (гиперпетля) // statdata.ru — сайт о странах и городах. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.statdata.ru/poezd-hyperloop.

5. ГОСТ Р 52875-2007 Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования. – М.: ФГУП Стандартинформ, 2008. – 11 с.
6. *Бытачевская Т.Н., Никольский А.Е*. Междисциплинарные науки и технологии в дизайне перспективных объектов и вещей. Научно-аналитический журнал по вопросам искусствоведения. «Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник МГХПА» №4, 2016. – Московская государственная художественно-промышленная академия имени С.Г. Строганова.

Савельева О.Н., Петрунина Е.В. «МГГЭУ»
(e-mail: petrunina@mggeu.ru)

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ЗНАНИЙ ПОДСИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ НЕДОСТАТКОВ В СОСТАВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА СТУДЕНТОВ С НАРУШЕНИЕМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: *В работе представлена концептуальная модель подсистемы компенсации физических недостатков студентов с ограниченными возможностями здоровья в составе интеллектуальной информационной системы инклюзивного образовательного процесса. Подсистема компенсации физических недостатков рассматривается как сложная динамическая система, основными задачами которой являются проведение оценки текущего состояния студента, отслеживание динамики состояния, а также получение экспертных оценок и рекомендаций по повышению эффективности образовательного процесса.*

Ключевые слова*: подсистема компенсации физических недостатков, интеллектуальная информационная система, нечеткие множества, экспертные оценки.*

Petrunina E.V., Savelieva O.N. «MGGEU»

DESIGNING A KNOWLEDGE BASE FOR SUBSYSTEM OF PHYSICAL COMPENSATION FOT THE DECISION SUPPORT SYSTEM OF THE EDUCATIONAL PROCESS OF STUDENTS WITH DISABILITIES

Annotation: *The purpose of this study is to outline the architectural design and the conceptual framework of system based on ontological model for education process for students with disabilities. The monitoring subsystem is considered as a complex dynamic system, the main tasks of which are to assess the current state of the student and to trace the dynamics of the state. Obtained results show that proposed monitoring subsystem provides an analytical model that can be applied in intellectual information system.*

Keywords*: intellectual information system, subsystem of physical compensation, fuzzy set, expert assessments, students with disabilities.*

Введение

Современное состояние развития информационных технологий характеризуется процессом широкого внедрения экспертных систем в различные сферы деятельности [1]. В основе построения экспертных систем стоят следующие основные вопросы: архитектура интеллектуальной системы, алгоритмы, область и сфера применения, реализация системы [2, 3].

Данная работа посвящена разработке базы знаний подсистемы компенсации физических недостатков в составе интеллектуальной системы инклюзивного процесса, направленной на формирование профессиональных знаний для лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). Предлагаемая модель базы знаний служит основой построения интеллектуальной информационной системы образовательного процесса лиц с нозологическими особенностями.

Модель интеллектуальной информационной системы

В основе онтологической модели системы инклюзии лежит взаимодействие информационных, робототехнических средств компенсации физических функций, психофизических

особенностей и формирования знаний с процессами самоорганизации системных механизмов поведения студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), в информационном пространстве формирования профессиональных знаний, умений [4].

Общая модель онтологической системы представляется в виде трёх уровней детализации инклюзивного процесса, организуемого экспертами диагностики, компенсации ОВЗ и оценки знаний, умений для социума.

Онтологическая модель первого уровня включает компенсацию физических отклонений, таких как нарушение речи, зрения, подвижности рук, пальцев и др. средствами информационных технологий: преобразователи речь-текст-речь, робототехнические устройства и др.

Онтологическая модель второго уровня включает компенсацию психо-физических особенностей и реализована в подсистеме мониторинга психо-эмоционального состояния студентов с ОВЗ.

Онтологическая модель третьего уровня включает нормализацию и устойчивость психики, активизацию поведения и трудоспособности, средствами формирования творческих процессов получения знаний и умений.

Функциональная модель интеллектуальной системы представлена на рис.1. Подсистема физических компенсаций является первым уровнем онтологической модели и предназначена для исправления недостатков средствами интеллектуальных технологий.,

Подсистема мониторинга обеспечивает следующие возможности для различных категорий пользователей:

– для администратора:
  - возможность занесения справочной информации по администраторам и респондентам в БД и поддержание ее;
  - возможность проведения страхового копирования БД;
  - инсталляцию БД на сервере;
  - инсталляцию модуля тестирования на рабочие станции;
  - инсталляцию модуля обработки результатов на ПК интервьюера;
  - инсталляцию модуля администрирования на ПК администратора.
– для интервьюера:
  - возможность получения обработанных результатов тестирования по конкретному респонденту и тесту в электронном виде и в виде выходного документа;
  - возможность получения показателей динамики в электронном виде и в виде выходного документа.
– для респондента:
  - наличие простого и удобного интерфейса для тестирования;
  - возможность проведения онлайн-тестирования в сетевом и монопольном режимах.

Полученная в процессе тестирования информация и хранится в БД, а затем используется для создания базы знаний интеллектуальной информационной системы образовательного процесса. Экспертная система основывается на семантическом анализе базы знаний сформированной по результатам тестирования.

Для достижения поставленной цели решаются следующих задач:

- разработка нечетко-продукционной модели выбора и алгоритма логического вывода на правилах модели;
- разработка методов идентификации параметров модели (функций принадлежности);
- разработка программного комплекса интеллектуальной информационной системы и анализ эффективности работы системы.

Разработка нечетко-продукционной модели предполагает решение следующих основных задач:

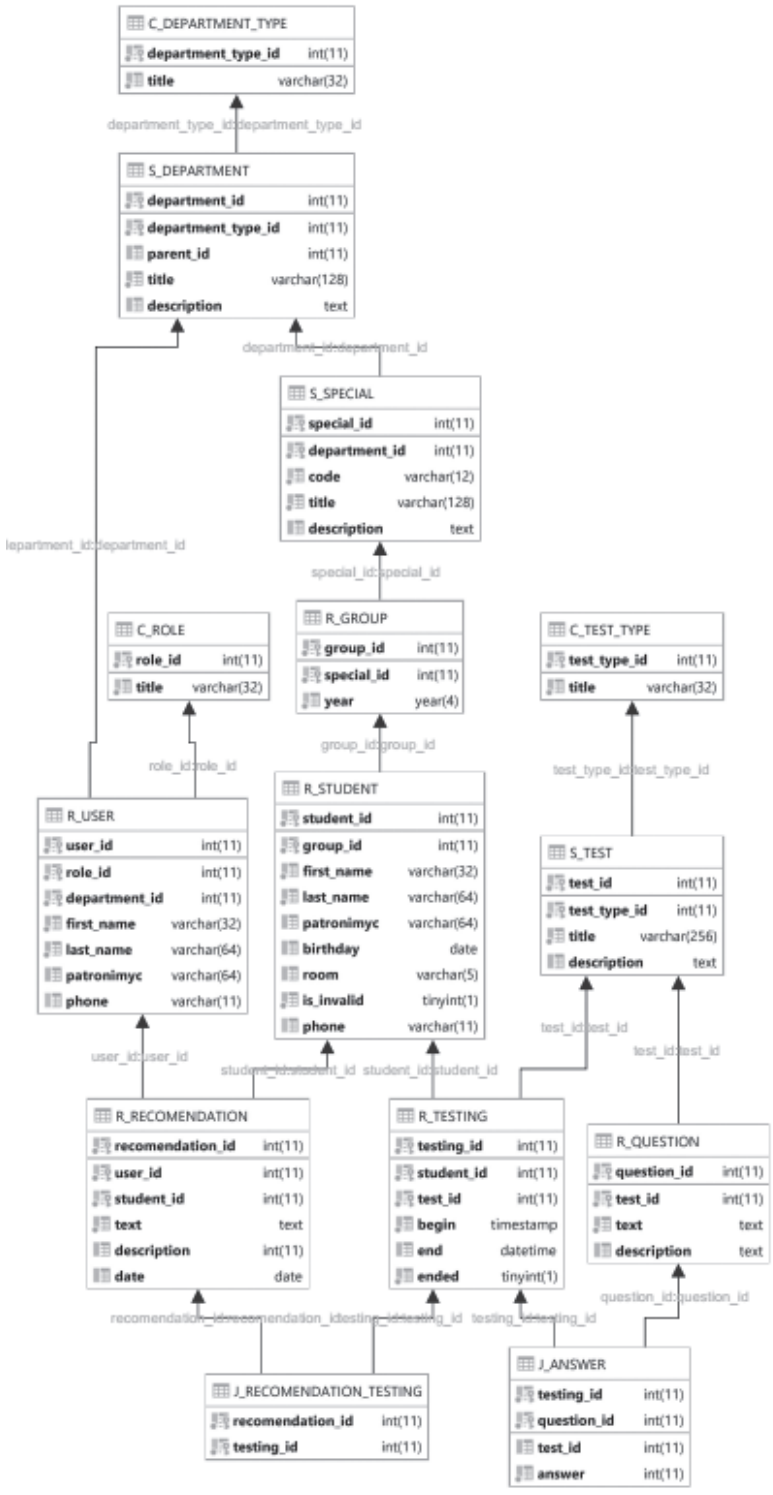


Рис. 1. Функциональная схема интеллектуальной информационной системы

- выбор вида нечетко-продукционных правил, как модели представления экспертных знаний о критериях;
- разработка методики построения системы нечетко-продукционных правил для конкретного состояния;
- разработка алгоритма логического вывода на правилах для поиска решения.

Разработка тестового приложения

Для первичного теста эффективности функциональной модели, а также интерфейса пользователя, было разработано графическое приложение на языке C# под OS Windows, разделенное на три подсистемы:

Подсистема администрирования — реализует функции администратора;

Подсистема анализа — реализует функции интервьюера;

Подсистема тестирования — реализует функции респондента.

Хранение данных реализуется при помощи серверной СУБД MS SQL.

Каждая подсистема реализуется отдельным модулем приложения. Графическое представление интерфейсов модулей представлено на *рис. 2–3*.

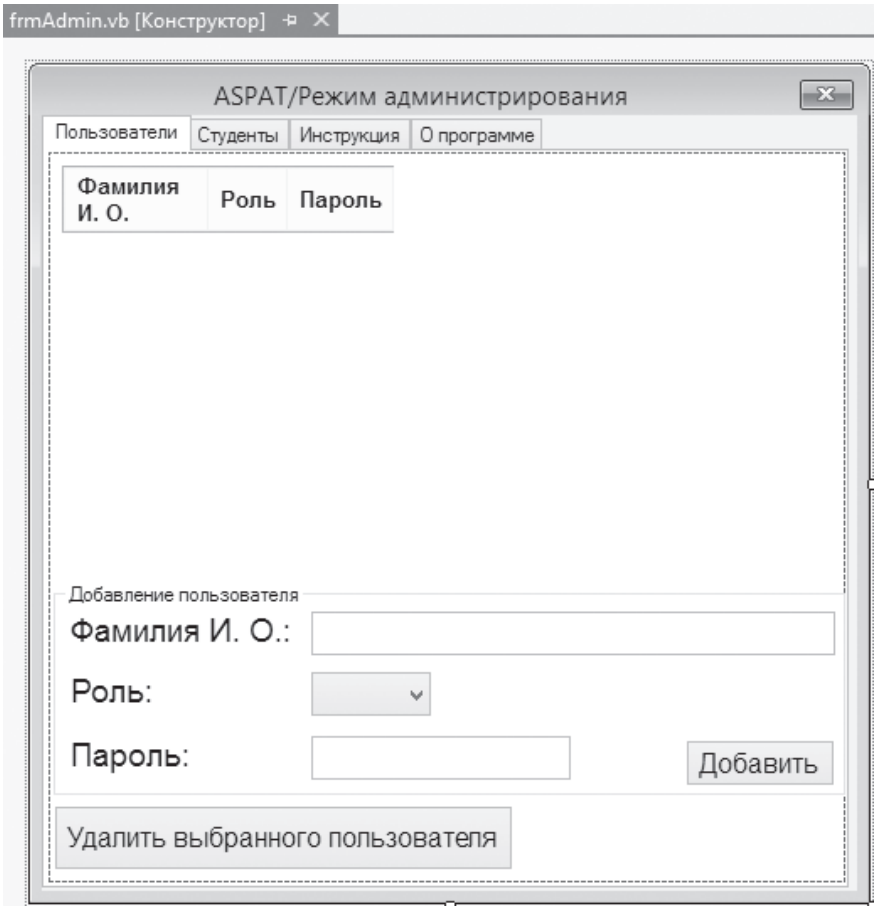


Рис. 2. Макет формы администрирования

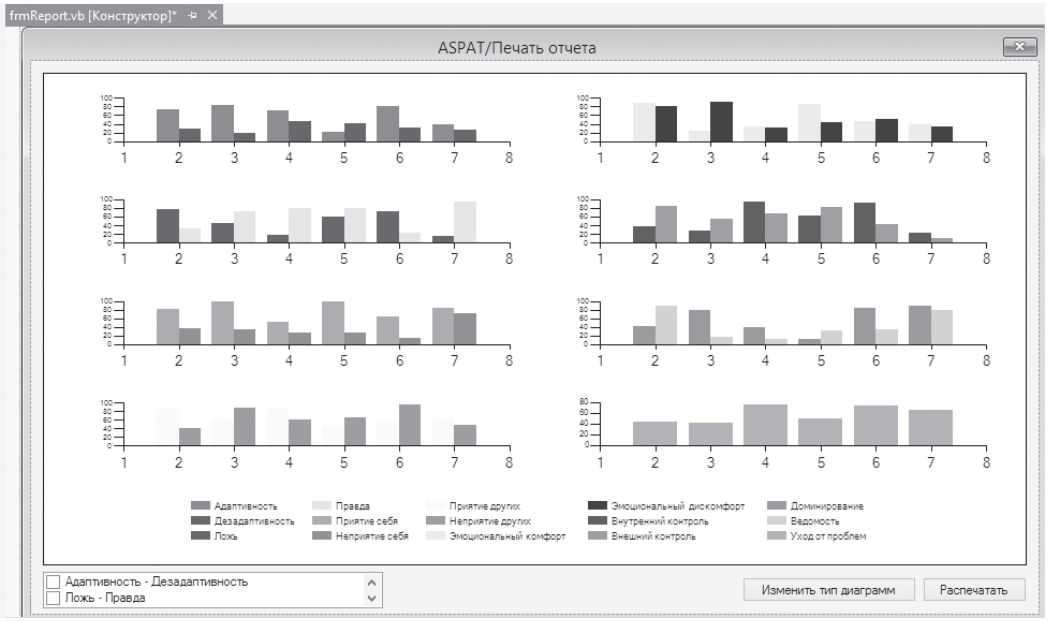


Рис. 3. Макет формы анализа

Дальнейшая реализация системы заключается в переносе с платформы приложения под OS Windows на платформу веб-приложения.

Заключение

Рассмотренная подсистема мониторинга предназначена для отслеживания динамики физического и эмоционального состояния обучающихся и является основой для создания базы знаний физиологических компенсаций и выработки экспертных оценок интеллектуальной системы образовательного процесса.

Применение данной модели позволит создать интеллектуальную информационную систему процесса инклюзивного образования лиц с ОВЗ, которая позволит повысить эффективность образовательного процесса.

Литература

1. *Sahin S., Tolun M., Hassanpour R*. Hibrid expert systems: A survey of current approaches and applications. Expert Systems With Applications. №39(2012), p. 4609–4617.
2. *William P. Wagner*. Trends in expert system development: A longitudinal content analysis of over thirty years of expert system case studies. Expert Systems With Applications. №76(2017). – P. 85–96.
3. *Рыбина Г.В., Блохин Ю.М.* Новая технология интегрированных экспертных систем на основе использования интеллектуальной программной среды комплекса «IT-ТЕХНОЛОГИЯ» //Интеллектуальные технологии и средства реабилитациии и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017): II Всероссийская конференция. – М.: МГГЭУ, 2018. –118 с.
4. *Никольский А.Е*. Онтологическая модель инклюзии. Естественные и технические науки. – №5 (107), 2017.

Лыткин И.Н. Тюрина Л.Ф.
ФГБОУ ВО «МГТУ СТАНКИН»

МИКРОДАТЧИКИ МЕДИЦИНСКОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Аннотация: *Показано, что учёные научились использовать электрические импульсы для управления сокращениями искусственных мышц. Искусственные мышцы могут быть сделаны как полностью из искусственных материалов, так и частично из искусственных материалов с добавлением части природного материала. В данной работе показано создание технологии и оборудования, позволяющее изготавливать датчики с чувствительными элементами в виде проволочных винтовых спиралей с внутренним диаметром 0,2 мм, из проволоки диаметром 0,01 мм.*

Ключевые слова: *искусственные мышцы, датчики, материал, спираль, проволока, микроспирали.*

Lytkin I.N. Tyurina L.F. graphics of the «MGTU STANKIN»

THE MICROSENSORS MEDICAL ROBOTICS

Annotation: *It is shown that scientists have learned to use electrical impulses to control the contractions of artificial muscles. Artificial muscles can be made entirely of artificial materials, and partly of artificial materials with the addition of natural material. This paper shows the creation of technology and equipment that allows to produce sensors with sensing elements in the form of wire helices with an internal diameter of 0.2 mm, wire diameter of 0.01 mm.*

Keywords: *artificial muscles, sensors, material, spiral, wire, microspirals.*

В результате стремительного развития науки и техники появилось множество новых подходов к решению медицинских задач с использованием робототехники, предназначенной для компенсации, преодоления физических недостатков людей с ограниченными возможностями, а также создания перспективных кибернетических робототехнических интеллектуальных систем. Созданы или находятся в стадии создания прототипов, например, такие медицинские системы, как система «ЭкзоАтлет» (ExoAtlet) [1], протезирование с использованием искусственных мышц [2] и др.

Для обеспечения работы протезов требуются, в частности, электрические и электронные датчики с чувствительными элементами, обладающими широким диапазоном рабочих характеристик.

В работе [2] показано, что учёные уже научились использовать электрические импульсы для управления сокращениями искусственных мышц. Это даёт возможность создания бионических протезов, которые могут быть использованы не только для восстановления конечностей, но и для восстановления сердца. Искусственные мышцы могут быть сделаны как полностью из искусственных материалов, так и частично из искусственных материалов с добавлением части природного материала. Например, описаны мышцы из тонкой плёнки кожицы лука с нанесёнными на них золотыми электродами толщиной 24 нанометра с одной стороны и 50 нанометров с другой.

Для обеспечения работы приводов медицинской робототехники требуются датчики с чувствительными элементами в виде проволочных винтовых микроспиралей с внутренним диаметром 0,2 мм из проволоки диаметром 0,01 мм и менее. Материал проволоки — платина, золото и другие металлы.

Используемые способы изготовления изделий с проволочной винтовой спиралью, включающие в себя изготовление спиралей и последующее присоединение их к изделию, имеют ряд недостатков, которые выражаются, в частности, в недостаточной стабильности сохранения геометрических параметров спиралей в процессе перемещения их от места изготовления на место присоединения спирали к электровыводам изделия. Указанные недостатки возникают из-за того, что спирали перемещают по одной в свободном состоянии к месту присоединения к электродам датчика.

В используемых устройствах для изготовления изделий с проволочной винтовой спиралью не предусмотрена корректировка и фиксация изготовленной спирали для транспортировки к месту присоединения к электродам датчика, что не позволяет получать изделия со стабильно точными геометрическими параметрами спирали.

Указанные недостатки известных способов и устройств приводят к необходимости ввода дополнительных технологических операций для того, чтобы обеспечить требуемые параметры изделий со спиралями.

Целью данной работы является создание технологии и оборудования, позволяющих изготавливать датчики с чувствительными элементами в виде проволочных винтовых спиралей с внутренним диаметром 0,2 мм, из проволоки диаметром 0,01 мм.

В ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН» проведён поиск и найдено техническое решение, позволяющее изготавливать винтовые спирали с малым внутренним диаметром (0,2 мм) из проволоки малого диаметра (0,01 мм) [3, 4]. Создан макет устройства для изготовления спиралей. Макет изготовлен в масштабе 10:1 и предназначен для определения технологических параметров процесса изготовления микроспиралей с упомянутыми параметрами. В процессе проведения работ найдены технические решения, позволяющие использовать макет для определения новых технологических параметров процесса изготовления датчиков с микроспиралями. Макет дополнен устройствами позиционирования и присоединения спирали к электродам датчика.

На основании результатов, полученных в процессе исследования технологических параметров изготовления датчиков на макете, можно будет уточнить конструктивные решения, разработать конструкторскую документацию и принять решение об изготовлении натурного устройства. В перспективе возможно создание автоматизированного оборудования для изготовления датчиков с винтовыми проволочными микроспиралями.

В процессе экспериментальных работ были разработаны основные технологические параметры и геометрические зависимости для изготовления качественных датчиков с микроспиралями из тонкой проволоки уменьшенных размеров (отношение диаметра оправки D к диаметру проволоки d равно 20).

Литература

1. *Березий Е.А., Кравцова Н.А., Степанова Н.В*. Система «ЭкзоАтлет», применяемая в сфере реабилитации и восстановительного лечения. Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР) / II Всероссийская конференция. Москва, 15 декабря 2017 года.
2. *Коваленко О.А*. Протезирование с использованием искусственных мышц. Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР) / II Всероссийская конференция. Москва, 15 декабря 2017 года.
3. Патент на изобретение RU 2555299 C1, 10.07.2015.
4. Патент на изобретение RU 2556169 C1, 10.07.2015.

Локтев М.А., Тюрина Л.Ф.
ФГБОУ ВО «МГТУ СТАНКИН»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НЕЗРЯЧИХ И СЛАБОВИДЯЩИХ ЛЮДЕЙ

Аннотация: *Тактильная картография (тифлокартография) занимается вопросами создания картографических произведений для незрячих и слабовидящих людей. В работе рассматривается теория и методы создания специальных карт для людей с ограниченными зрительными возможностями. Представлено изготовление таких моделей, в первую очередь за счет развития аддитивных технологий.*

Ключевые слова: *тифлокартография, слабовидящие, незрячие люди, аддитивные технологии, трёхмерная печать, информационная связь.*

Loktev M.A., Tyurina L.F.
FGBOU "Moscow state University " «STANKIN»

THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF BLIND AND VISUALLY IMPAIRED PEOPLE

Annotation: *Tactile cartography (cartography tiplo) has been involved in the creation of cartographic materials for the blind and visually impaired people. The paper deals with the theory and methods of creating special maps for people with visual disabilities. The production of such models is presented, primarily due to the development of additive technologies.*

Keywords: *tiflo cartography, visually impaired, blind people, additive technologies, three-dimensional printing, information communication.*

Применение современных технологий в учебном процессе является необходимостью для развития российского образования и науки. Сегодня разработано большое количество современных технологических новинок, научных инноваций, начиная с нанотехнологий и заканчивая компьютерно-коммуникационными технологиями, которые оказывают влияние как на гуманитарные сферы образования, так и на технические [1]. Хотелось бы обратить особое внимание на процессы визуализации, а точнее, на процесс представления графической информации в образовании.

Речь пойдет о так называемых аддитивных технологиях или 3D-печати, которая рассматривалась в ряде работ [1–3] на предмет применимости в образовательной деятельности. Однако до сих пор не уделяется достаточного внимания централизованному внедрению подобных технологий в учебный процесс незрячих и слабовидящих студентов. Рассмотрим подробнее данную технологию.

3D-печать — аддитивная технология, в которой объект создается послойно (посредством нанесения большого количества тонких слоев) [4]. Долгое время из-за дороговизны применяемого оборудования 3D-печать оставалась уделом крупных коммерческих предприятий [3]. Сегодня данные технологии создания прототипа изделия значительно подешевели и вышли за рамки указанных предприятий в повседневное использование и, что закономерно, в образовательные учреждения. С внедрением и применением устройств быстрого прототипирования стало возможным промоделировать полный цикл создания изделия и проиллюстрировать его жизненный цикл от этапа проектирования до этапа изготовления. Иметь будущую модель, а в некоторых случаях и реальную не только на экране монитора, но и в твердой копии — это бесценное подспорье в области развития и усвоения учебного

процесса [1]. Трудно переоценить значение применения технологии 3D-печати для помощи слабовидящим людям.

В качестве примеров использования трехмерной печати в работе [5] приводятся следующие:

- объемные иллюстрации для любимых книг;
- тактильные произведения искусства;
- тактильная нотная грамота;
- Брайль судоку;
- кубик Рубика Брайля (*рис. 1*);
- использование тактильных карт и т.д.

Одним из важных примеров применения аддитивных технологий для обучения незрячих является тактильная картография. В работе [6] рассматривается применение технологий трёхмерной печати для создания тактильных карт.

Тактильная картография (тифлокартография) занимается вопросами создания картографических произведений для незрячих и слабовидящих людей. Эта категория пользователей карт достаточно велика в нашей стране и за рубежом, однако публикаций о теории и методах создания специальных карт для людей с ограниченными зрительными возможностями немного [7]. Изготовление таких моделей достаточно трудоемко, однако за последние несколько лет данный процесс удалось значительно упростить, в первую очередь за счет развития аддитивных технологий. Существует множество технологий 3D печати, но все они используют принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта. Тем самым значительно упрощается процесс прототипирования, объектами для которого могут быть различные виды транспорта и техники, исторические памятники, природные ландшафты, инженерные и промышленные объекты любой сложности (*рис. 2*) [6].

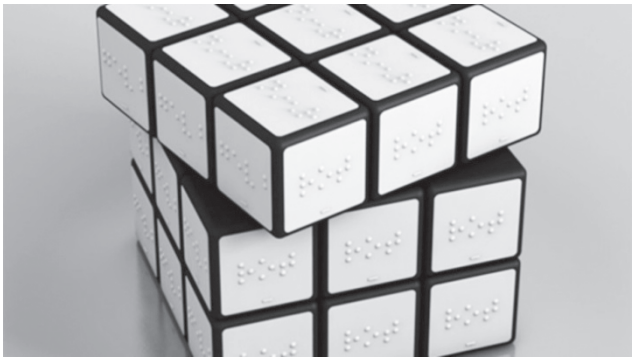


Рис. 1. Тактильный кубик Рубика Брайля [5]

Рис. 2. Пример тактильной карты

В работе [8] приводится необходимость использования тактильных карт в образовательных учреждениях. Согласно программе формирования пространственных представлений и понятий, при изучении социально-значимых объектов незрячему человеку необходимы тактильные картографические материалы, чтобы усвоить полученные знания. Изучение этих материалов позволит сформировать в сознании пространственную картину окружающей действительности.

Таким образом, отсутствие зрения не является непреодолимым препятствием для формирования адекватного представления об окружающей действительности. При обучении незрячих и слабовидящих людей не стоит пренебрегать современными технологиями, поскольку порой только они способны обеспечить информационные связи человека с внешним миром и могут способствовать активной познавательной и трудовой деятельности [6].

Литература

1. *Лейбов А.М., Каменев Р.В., Осокина О.М.* Применение технологий 3D-прототипирования в образовательном процессе // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №. 5.
2. *Окладникова Т.В.* и др. 3D-печать в образовании // Наука и образование в XXI веке. – 2014. – С. 108–109.
3. *Крашенинников В.В., Лейбов А.М.* Применение в преподавании графических дисциплин технологий быстрого прототипирования // Технолого-экономическое образование в XXI веке: материалы II Международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: КузГПА, 2005. – Т. 1. – С. 58–61.
4. *Баева Л.С., Маринин А.А.* Современные технологии аддитивного изготовления объектов //Вестник Мурманского государственного технического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 1.
5. *Watkin H.* 10 Ways 3D Printing Supports the Blind [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://all3dp.com/3d-printing-supporting-blind-people/
6. *Пошивайло Я.Г., Дмитриев Д.В., Лесневский Ю.Ю.* Современное состояние и перспективы развития тактильной картографии //Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС». – 2016. – Т. 1. – №. 20. – С. 467–470.
7. *Агилера Дельгадо Т.П.* Развитие тактильной картографии за рубежом // Геодезия и картография. – 2009. – № 1. – С. 28–30.
8. *Андрюхина Ю.Н.* Тактильные карты для незрячих [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://dataeast.com/ru/journal/magazineblog/products-and-services/maps-for-blind-people.

И.Д. Гусев, В.А Пурыскина, С.К. Лобжанидзе, Т.В. Ходнева
«ФГБОУ ВО РГУ им. А.Н. Косыгина»
mgudt252@yandex.ru)

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ КАК МОНИТОРИНГОВАЯ ПЛОЩАДКА ВОСТРЕБОВАННОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ В ИНВАЛИДНЫЕ КОЛЯСКИ

Аннотация: *В статье рассмотрены возможности использования социальных сетей для анкетирования и оценки динамики потребительских предпочтений в ассортименте и дизайне реабилитационных швейных изделий, фиксирующих положение стоп человека в инвалидной коляске.*

Ключевые слова: *реабилитационные швейные изделия, инновационные товары, мониторинг востребованности*

I.D. Gusev, V.A. Puriskina, S.K. Lobjanidze, T.V. Xodneva
«FGBOU VO RGU A.N. Kosigina»

GUSEV I.D., PURYSKINA V.A., LOBZHANIDZE S.K., KHODNEVA T.V. SOCIAL NETWORKS AS A MONITORING AREA FOR THE REQUIREMENT OF REHABILITATION SEWING PRODUCTS IN THE DISABLED WAYS

Annotation: *The article considers the possibility of using social networks for questioning and assessing the dynamics of consumer preferences in the range and design of rehabilitation garments, fixing the position of human feet in a wheelchair.*

Keywords: *rehabilitation garments, innovative products, demand monitoring*

В Федеральном законе РФ [1] сформулированы основные понятия, связанные с инвалидностью: «инвалид — лицо, которое имеет нарушения здоровья со стойким расстройством функций организма, обусловленное заболеваниями, последствиями травм или дефектами, приводящее к ограничению жизнедеятельности и вызывающее необходимость социальной защиты. Ограничение жизнедеятельности — полная или частичная утрата лицом способности или возможности осуществлять самообслуживание, самостоятельно передвигаться, ориентироваться, общаться, контролировать свое поведение, обучаться и заниматься трудовой деятельностью». По официальным данным общая численность инвалидов на 01.01.2018 г. составила 12 111 тыс. человек, из них 346 163 чел. — это люди с нейромышечными нарушениями и статодинамическими скелетными повреждениями, из них 48148 человек передвигаются только на креслах-колясках [2]. Государство поддерживает маломобильных граждан, разрабатывает и реализует социальные программы, предоставляет различные услуги [3] и технические средства реабилитации [4], в том числе кресла-коляски (*табл. 1*).

Таблица 1. **Динамика предоставления инвалидам кресел-колясок**

Наименование технического средства реабилитации	Количество по годам [2], ед.			
	2014	2015	2016	2017
Кресла-коляски с ручным приводом (комнатные, прогулочные, активного типа), с электроприводом, малогабаритные	110 880	143 638	133 262	152 903

По данным государственной статистики [2], в 2017 г. лишь 76,7% инвалидов были обеспечены в повседневной жизни реабилитационными техническими средствами в полном объеме и удовлетворены их качеством. При этом 13,2% респондентов утверждали, что не могут пользоваться выданными по рекомендациям МСЭ приспособлениями, по причине низкого качества, а 60,6% инвалидов готовы за собственный счет приобрести технические средства, в том числе инвалидные коляски и дополнения к ним [2]. Реабилитационные изделия нужны инвалидам для личной биопсихосоциальной адаптации, решения проблем медицинского характера и организации достойного качества жизни [5].

В рамках исследовательской деятельности [6], при финансовой поддержке университетом в виде гранта, студентами и преподавателями РГУ им. А.Н. Косыгина проведен мониторинг востребованности технических маломобильных средств передвижения и реабилитационных швейных изделий, дополняющих инвалидные коляски. Площадкой для мониторинга выбраны социальные сети [7], как динамичный интернет-ресурс, позволяющий практически мгновенно оценить результативность исследований. Соцсети доступны пользователям смартфонов, планшетов и компьютеров. В качестве респондентов для мониторинга выбраны следующие группы:

- инвалиды-колясочники (по заболеваниям);
- граждане, находящиеся в периоде реабилитационного восстановления и вынужденные временно использовать инвалидные коляски;
- персонал медицинских учреждений (стационаров, поликлиник);
- социальные работники и члены семьи, ухаживающие за маломобильными гражданами.

В ходе исследования установлено, что респонденты предпочитают как отечественные, так и импортные инвалидные коляски, при этом у них не решена проблема с фиксацией положения ног (*рис. 1*).

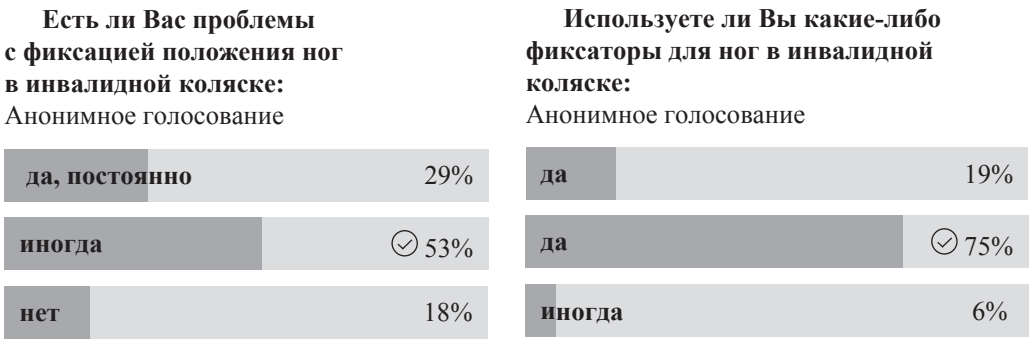


Рис. 1. Фрагменты результатов мониторинга.
Обсуждение проблемы фиксации положения ног

По результатам опроса выделен наиболее часто проявляющийся недостаток конструктивного решения инвалидных кресел-колясок, снижающий комфортное состояние пользователей — отсутствие фиксаторов положения стоп на подставке для ног. По словам респондентов, ноги у инвалидов смещаются как в центральный разъем подставок складных колясок, так и во внешние стороны. Мониторинг ассортимента реабилитационных изделий с функцией частичной фиксации положения ног показал [8], что на российском рынке представлены, как правило, импортные чехлы, основное назначение которых — защита инвалида от холода в осенне-зимний период. Исследованиями, проведенными авторами, установлено, что из-за громоздких размеров импортных чехлов, ноги инвалида могут смещаться внутри изделия, чем создается угроза выворачивания стоп [9]. При этом отсутствует

фиксация положения ног на уровне коленей, что проявляется либо в излишнем их соприкосновении, либо, наоборот, в чрезмерном расхождении. В результате снижается их целевая функция — компенсация проявления временного (постоянного) нарушения здоровья, т.к. обездвиженному человеку невозможно самостоятельно надеть чехол не только на ноги, но и натянуть его до груди и плеч (*рис. 2*).

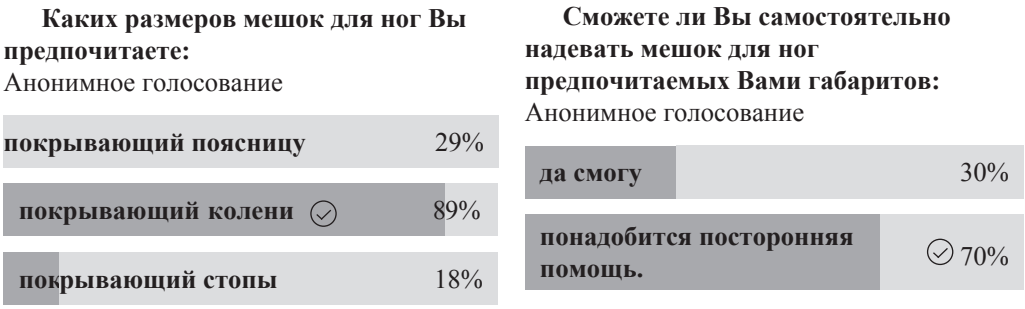


Рис. 2. Фрагменты результатов мониторинга. Обсуждение габаритов реабилитационных мешков в инвалидные коляски

В ходе мониторинга установлено, что респонденты заинтересованы в инновационных реабилитационных изделиях, фиксирующих положение ног в инвалидных колясках. Причем, для инвалидов важна возможность самостоятельного надевания таких мешков на ноги. Исследование вариантов формообразования реабилитационных мешков показало, что для таких изделий важно антропометрическое соответствие, которое достигается в процессе трехмерного проектирования [10].

Результатом исследовательской работы стала разработка конструктивного решения реабилитационных швейных изделий, фиксирующих положение ног человека в инвалидной коляске — мешков для ног [11–13]. Изделия фиксируют положение стоп, голеней и коленей инвалида. Предлагаемые мешки для ног могут заменить инвалиду обувь, т.к. в комплект входят утепляющие подкладки из меха [12], флиса, шерстяного полотна, а материал верха выполнен из тканей с водоотталкивающей пропиткой [14]. Инвалиды смогут самостоятельно надевать на ноги реабилитационные мешки, используя ленты-захваты с петлями на концах, закрепленные симметрично по внутренней стороне изделий в боковых швах [11–13]. Наличие фиксаторов, расположенных по внешней поверхности мешка, позволяет закреплять их положение относительно каркаса инвалидной коляски [13], исключая не только его смещение, но и перемещение стоп внутри изделия. Наличие подошвы с протектором обеспечивает сцепление мешка с подставкой для ног.

Мониторинг востребованности реабилитационных мешков показал, что респонденты заинтересованы как в централизованной обеспеченности этими изделиями, так и в самостоятельном выборе моделей, готовы участвовать в разработке дизайна (*рис. 3*).

Таким образом, установлено, что производство востребованных населением инновационных реабилитационных изделий — мешков, фиксирующих положение ног в инвалидных колясках, будет способствовать расширению ассортимента товаров реабилитационной направленности, развитию конкуренции на отечественном рынке, вовлечению в отрасль новых производителей, снижению барьеров входа на рынки, развитию фонда национальных стандартов [15].

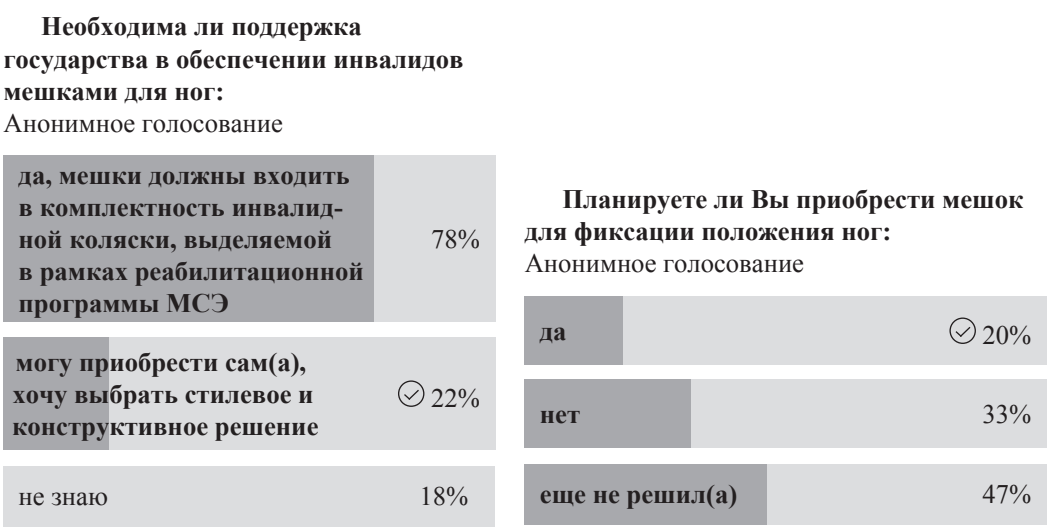


Рис. 3. Фрагменты результатов мониторинга. Обсуждение видов обеспечения реабилитационными мешками для ног

С внедрением инновационной гарнитуры от отечественной компании «Нейрочат» [16], современными способами общения смогут пользоваться парализованные инвалиды, что поспособствует расширению аудитории для мониторинга потребительских предпочтений в ассортименте товаров реабилитационной индустрии через социальные сети.

Литература

1. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации (с изменениями на 29 декабря 2017 года). Федеральный закон. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://docs.cntd.ru/document/9014513.
2. Федеральная служба государственной статистики. Положение инвалидов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.gks.ru.
3. Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда» на 2011–2020 годы», утв. Постановлением Правительства РФ от 01.12.2015 № 1297.
4. О федеральном перечне реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду/ Распоряжение Правительства РФ от 30.12.2005 № 2347-р (ред. от 10.09.2014).
5. *Гусев И.Д., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Кащеев О.В., Петросова И.А*. Расширение ассортимента товаров реабилитационной индустрии для инклюзии маломобильных граждан в социальную среду // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – №3. 2018. – С. 474–481.
6. *Оленева О.С., Рыбаулина И.В., Денисов Д.А*. Научно-исследовательская работа студентов в современном университете как объект менеджмента образования // Дизайн и технологии. 2014. – № 39 (81). – С. 113–118.
7. Всероссийское общество инвалидов. Собственные страницы ВОИ в соцсетях. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://kvoi.so-nko.ru/sobstvennye-stranitsy-voi-v-sotssetyah.
8. *Гусев И.Д.* Разработка реабилитационных изделий для людей с ограниченной двигательной активностью ног в рамках рециклинга отходов мехового производства //

В книге: Сборник тезисов участников форума «Наука будущего — наука молодых» 2017. – С. 352–353.
9. *Гусев И.Д., Гусева М.А., Андреева Е.Г.* Реабилитационные швейные меховые изделия для регуляции непроизвольных фоновых движений ног у малоподвижных граждан // В сборн. «Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2017)». – Ч. 1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – С. 151–154.
10. *Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Тутова А.А., Гусев И.Д.* 3d-проектирование внешней формы и конструкции швейных изделий с высоким антропометрическим соответствием // Дизайн. Материалы. Технология. – СПБ. 2018. –Т. 1. – № 49. – С. 114–118.
11. *Гусева М.А., Андреева Е.Г., Клочкова О.В., Гусев И.Д.* Мешок для ног для людей с ограниченными двигательными возможностями. Патент на полезную модель RU 166 649 U1 A 41 D 1/00 (2006.01). Заяв. 2016122642/12, 08.06.2016. опубл. 10.12.2016. Бюл. № 34.
12. *Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Клочкова О.В., Гусев И.Д.* Мешок для ног с меховой подкладкой для людей с ограниченными двигательными возможностями // Патент на полезную модель № 172655 RU; опубл. 18.07.2017.
13. *Гусева М.А., Андреева Е.Г., Клочкова О.В., Гусев И.Д., Лобжанидзе С.К., Кащеев О.В.* Мешок для ног в инвалидную коляску. Заявка на полезную модель № 2018 102 691 от 24.01.2018.
14. *Гусев И.Д., Гусева М.А., Петросова И.А., Родионова М.А.* Инновационные технологии в проектировании реабилитационных изделий // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). 2018. № 1–2. – С. 101–106.
15. Стратегия развития производства промышленной продукции реабилитационной направленности до 2025 года. Проект. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_REAPROM_until_2025.pdf
16. Известия IZ. «В Контакте» и «Одноклассники» сделают доступными для инвалидов. URL: https://iz.ru/news/672671.

Алибекова М.И., Третьякова С.В., Колташова Л.Ю.
«РГУ им. А.Н. Косыгина» e-mail: mariyat-alibekova@yandex.ru

ТОПИАРИЙ — ПРАКТИЧЕСКИЙ ИНКЛЮЗИВ

Аннотация: *В данной статье рассмотрено выполнение творческого проекта, направленного на то, чтобы сделать окружающий мир людей с ОВЗ лучше через формирование самостоятельного творческого мышления, которое происходит и через процессы сенсорного развития. Работа с натуральными природными материалами улучшает мелкую моторику рук через тактильные соприкосновения, ощущается вся полнота реальной жизни. Создание природных поделок — интересное и в тоже время развивающее фантазию, моторику и мышление занятие, подвластное всем и детям с ограниченными возможностями здоровья.*

Ключевые слова: *творчество, образование, ученик, адаптация, интеграция, обучение, развитие, поделка.*

Alibekova M.I., Tretyakova S.V., Koltashova L.Y.

TOPIARY-PRACTICAL INCLUSION

Annotation: *This article discusses the implementation of a creative project aimed at making the world of people with disabilities through formation of independent creative thinking, which occurs through the processes of sensory development. Working with natural materials improves fine motor skills of hands through tactile contact, there is the fullness of real life. The creation of natural forgeries is an interesting and at the same time developing imagination, motor skills and thinking activity, subject to all disabled people and children.*

Keywords: *creativity, education, student, adaptation, integration, learning, development, forgery.*

Сегодня актуальной является тема инклюзивного образования. Существуют различные технологии организации инклюзивного образования, например: информационно-коммуникационные; технологии и методы работы фронтально со всем классом, в малых группах, индивидуально; использование дифференциального и индивидуального подхода при оценивании знаний и умений обучающихся и др. Все технологии направлены на раскрытие индивидуальных качеств обучающегося с ОВЗ и адаптации их к жизни в обществе.

Академик РАО Иванов И.П. говорил, что коллективные творческие дела — это социальное творчество, направленное на созидание, установление личности, самоопределение, наконец, самовыражение, без чего теряется смысл существования любой личности. Таким образом, суть и содержание творческой деятельности — забота о себе, близких, людях, живущих рядом и в нашем окружении.

Творчество направлено на развитие содержания обучающегося и состоит в переходе к ближним, а затем и к далёким перспективам. Алгоритм состоит из этапов: идея, поиск, анализ, организация, прогнозирование и планирование, что в итоге приведёт к реализации идеи в материале.

Очень важным в процессе творческой деятельности является чувство раскованности, отсутствия подчинения педагогу. Главным является сотрудничество и сотворчество, что, безусловно, приведёт к положительным результатам. Свободная дискуссия, игра, даст определённую свободу творчеству и поиск разнообразного решения поставленной задачи. Мо-

тивация к действию, устремление личности к творчеству, к самовыражению, самоутверждению, самореализации является целью педагога.

Выполнение творческого проекта, направленного на то, чтобы сделать окружающий мир лучше и на формирование самостоятельного творческого мышления ребенка, которое происходит и через процессы сенсорного развития. Работа с натуральными природными материалами улучшает мелкую моторику рук и через тактильные соприкосновения ощущается вся полнота реальной жизни.

Создание поделок из природных материалов — интересное, и в тоже время, развивающее фантазию занятие, подвластное и детям с ограниченными возможностями здоровья.

Современное арт направление — изготовление топиария — прекрасный способ практического занятия, которое способствует познанию окружающего мира и его отдельных объектов, гармонию создания сложного геометрического тела, законов сочетания натуральных цветов и текстур.

Интерьерный топиарий («Дерево Счастья» — так называют топиарий европейцы) — декоративная композиция из природного материала, форма которого похожа на небольшое деревце. Эко-материалы, которые используются при его создании, подходят для детского творчества — они безопасны и не вызывают аллергических реакций. Высокая биоразлагаемость решает проблему утилизации после использования.

Важный этап создания природной композиции — это сбор, обработка и подбор различных природных форм. При совместном сборе материала ребенок получает информацию о богатстве и разнообразии окружающего мира, ему прививается любовь к живой природе и естественной красоте натурального продукта.

Лето и осень — лучшие время для сбора и заготовки. В теплый период доступны такие материалы, как жёлуди, каштаны, орехи, косточки плодовых деревьев, шишки, грозди рябины, плоды шиповника, сухоцветы и пр. Материалы лучше собирать в теплое и сухое время, перед использованием необходимо предварительно обработать от механического загрязнения и хорошо просушить. Выбирая природные материалы, следует учитывать, что после высыхания листья, травы, сухоцветы становятся ломкими и требуют аккуратного обращения. Каштаны, жёлуди и орехи, после сбора, незначительно уменьшаются в размере, и требуется от 10–15 дней сушки для использования их в поделках.

Основные части топиария — декоративный шар, стебель и горшочек.

Базовый шар — это каркас, к которому крепится природная композиция. Шар можно сделать, используя технологию папье-маше. Плотно свернутые (замятые по форме шара) листы тонированной бумаги, стянутые жгутом — еще один из легких и доступных способов изготовления базового шара (*рис. 1*а). К бумажной основе клеевым пистолетом оптимально крепятся шишки, орехи, желуди, косточки, коробочки хлопчатника, морские ракушки и другие природные формы. Альтернативный метод крепления — быстросохнущий универсальный клей в тубах или клей ПВА.

Стебель может быть сделан из толстой сухой ветки дерева (*рис. 1*а), либо сплетен из толстой проволоки. Он может декорироваться ленточным текстилем, веревками, виноградной лозой и пр.

Горшочек выполняет функцию фундамента, который удерживает всю конструкцию в вертикальном состоянии. Стебель топиария можно закрепить, используя традиционные материалы для заливки: гипс, алебастр, цементная смесь. Заливка производится согласно инструкции приложенной к выбранному материалу (*рис. 1*б). Декорирование горшочка не менее интересная часть работы. Его можно покрасить, обернуть бумагой, задрапировать отрезом ткани. Верхнюю площадку заполнить — древесной корой, мхом, натуральным ягелем, соломой, разноцветным сезамом, тонкими спилами веточек или хвоей — на выбор. Все части топиария должны тематически сочетается между собой и соответствовать выбранной

стилистике. Креатив при поддержке тематического решения «Дерева Счастья» не имеет границ. Украсить природные формы можно бисером, текстильными лентами, тесьмой, пуговицами, золоткой, монетками и другими мелкими элементами, которые окружают в быту. Дополнительный объем, как правило, придается легкими, воздушными материалами, такими как: лагурус, перья птичек, колоски, листики или сухоцветы (*рис. 1*в).

Композиции из природных материалов всегда выглядят эффектно и интересно. Разнообразные по колориту, форме и фактуре они прекрасно сочетаются, дополняют и подчеркивают друг друга (*рис. 2а*). При создании топиария творчество можно развивать и формировать в соответствии с основами художественного проектирования. Предварительная

а б в

Рис. 1

а – базовый шар и деревянный стебель; б – заливка горшочка;
в – вариант оформления базового шара

а б в

Рис. 2

а – материалы для топиария;
б – примеры разнообразных композиций; в – творческий процесс

выкладка и подбор материала может производиться с учетом рассмотрения и обсуждения композиционного центра, ритма и линейной структуры будущей композиции. Распределение сложных разнообъёмных единиц природного материала по поверхности шара — увлекательный и захватывающий процесс.

Частички композиции собираются по принципу мозаики из сложных форм, образуя, каждый раз, новые и необычные сочетания (*рис. 2*б). Работа с объемно-пространственной композицией (3d-формат) помогает сформировать пространственное воображение ребенка и развивает логику.

Кафедра «Спецкомпозиция» РГУ им. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) имеет опыт проведения мастер-классов, в том числе по созданию «Дерева Счастья», и наблюдается творческий процесс (*рис. 2*в), поглощающий каждого участника, где никто не остаётся равнодушным из присутствующих, в том числе и дети с ОВЗ.

Литература

1. http://diplomba.ru/work/101368.
2. *Третьякова С.В., Колташова Л.Ю., Алибекова М.И*. Перспективные разработки и эко-технологические решения аксессуаров из войлочных пластин / Материалы XV международной научно-практической конференции Фундаментальная наука и технологии-перспективные разработки. Fundamental science and technology-promising developments XV. 21–22 мая 2018 г. – North Charleston, USA Том 1. – С. 65–69.
3. *Алибекова М.И*. Интеграция студентов с нарушением слуха в среду современного образования. Сборник научных трудов Межвузовской научно-практической заочной конференции «Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии» Часть 1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – С. 80–84.
4. *Алибекова М.И*. Цвет и его воздействие на человека. Изделия легкой промышленности как средства повышения качества жизни лиц с ограниченными возможностями по здоровью: практические решения»: сборник научных статей. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. – С. 139–144.

Белоглазов А.А. ФГБОУИ ВО «МГГЭУ»
Трубачеев Е.В. АНО ВО «ИМЭИИ»

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В САМОСТОЯТЕЛЬНОМ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ С ОВЗ

Аннотация: *В статье обосновывается ключевое значение самостоятельной работы студентов с ОВЗ. Проанализированы ключевые барьеры на пути получения ими высшего образования в четырех аспектах образовательного процесса: общей структуре обучения, методике обучения, индивидуальной работы со студентами, а также оценивания. Для преодоления этих барьеров предлагается использование специальных технических и организационных решений, способствующих самостоятельной работе студентов. Сделан вывод о необходимости разработки стандартов инклюзивного образования, учитывающих многообразие видов ОВЗ, необходимости использования специальных информационных технологий и вовлечения студентов в проектирование образовательной среды.*

Ключевые слова: *информационные технологии, самостоятельная работа студентов, инклюзивное высшее образование, вспомогательные технологии обучения, особые образовательные потребности.*

Beloglazov A.A. «MGGEU»
Trubacheev E.V. ANO VPO «IMAII»

INFORMATION TECHNOLOGY THE SELF-EDUCATION OF STUDENTS WITH DISABILITIES

Annotation: *The article substantiates the key importance of independent work of students with disabilities. The article analyzes the key barriers to higher education in four aspects of the educational process: the overall structure of training, teaching methods, individual work with students, as well as evaluation. To overcome these barriers, it is proposed to use special technical and organizational solutions that contribute to the independent work of students. It is concluded that it is necessary to develop standards of inclusive education, taking into account the diversity of types of disabilities, the need to use special information technologies and the involvement of students in the design of the educational environment.*

Keywords: *information technology, self-education of students, inclusive higher education, students with disabilities, assistive learning technologies, special educational needs.*

Ключевыми факторами в обеспечении инклюзивного образования при помощи информационных технологий являются: многообразие специальных образовательных потребностей в зависимости от типа ограничений здоровья, важность независимости и самостоятельности студентов, их психологическая уверенность, создание комфортного участия в социальной жизни. Исходя из этого, а также учитывая результаты современных исследований [1], можно сформулировать ряд предложений о перспективности направлений инклюзивного образования на основе информационных технологий.

Во-первых, создание комфортной инклюзивной образовательной среды предполагает соблюдение следующих ключевых принципов: академическая гибкость, независимость обучающегося, вариативность технических решений, социализация [2].

Во-вторых, широкое внедрение дистанционное онлайн-обучение для студентов с ОВЗ. Требования по созданию безбарьерной среды предполагают создание возможностей для обучения инвалидов наряду с другими студентами в учебных заведениях, а лица с нарушения-

ми слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата учатся во многих вузах. Такие механизмы имеют множество ограничений, как социально-психологических, так и собственно педагогических, поскольку не позволяют учитывать разнообразие потребностей и специфических нужд студентов с ОВЗ. С другой стороны, онлайн-обучение на базе современной образовательной организации позволит гибко выстраивать организацию учебного процесса, в том числе на основе создания постоянных или временных групп, объединенных общими ограничениями здоровья или общими интересами.

Принцип академической гибкости предполагает возможность оперативного изменения отдельных элементов образовательного процесса, таких как, учебное расписание, типы заданий, формы оценочных средств, в зависимости от специальных потребностей обучающихся [3].

Принцип независимости предполагает, что образовательная организация должна стремиться к достижению целей инклюзивного образования, воспитывая в студентах самостоятельность, независимость и ответственность. Такие цели потребуют отказаться от жестко структурированного обучения на основе устоявшихся технических и педагогических решений, предоставить свободу в использовании студентом инструментария обучения, экспериментирования с различными стратегиями.

Принцип вариативности требует стремления к доступности для обучающихся множества альтернативных решений для удовлетворения особых образовательных потребностей. Фундаментальная ответственность образовательной организации заключается в мониторинге рынка специальных и общих технологий поддержки обучения, установления соответствия между образовательными потребностями разных групп обучающихся и доступных технических решений, обобщение мирового опыта, информирование и консультирование обучающихся по вопросам выработки индивидуальных стратегий, соблюдая при этом принцип независимости [4].

Принцип социализации означает, что предоставление возможностей, инструментов для горизонтального взаимодействия обучающихся с разными видами ОВЗ и создания виртуальных сообществ, рассматривается как столь же важная часть образовательного процесса, как и доступ к учебным материалам или контрольным заданиям.

Эти принципы наиболее эффективно могут быть реализованы в рамках госпрограммы «Доступная среда», в которой начато создание сети ресурсных учебно-методических центров (РУМЦ) по обучению инвалидов при российских вузах. На начало 2018 года действует 21 РУМЦ, заключены соглашения со 190 вузами, около 4 тысяч преподавателей прошли специальную подготовку [5]. Или в рамках крупных образовательных проектов и консорциумов, например, на основе развивающихся платформ массовых онлайн-курсов, таких как «Coursera», «EdX», «Открытое образование», «Универсариум» и «Лекториум» [6]. Учитывая многообразие видов ограничений здоровья, именно массовое вовлечение потенциальных обучающихся может способствовать достаточной специализации педагогических решений и формированию полноценных групп обучающихся со схожими образовательными потребностями. Существующие на рынке информационные технологии в настоящее время обеспечивают возможности для реализации принципов инклюзивного образования. Основная задача поэтому заключается в принятии необходимых организационных мер и обеспечении достаточных педагогических усилий.

Новые возможности проектирования самостоятельного обучения студентов с ОВЗ предоставляют современные цифровые технологии, как общего назначения, обеспечивающие доступ к сети Интернет и образовательным ресурсам, так и специальные, предназначенные для удовлетворения особых образовательных потребностей. Студенты с ОВЗ, пытающиеся интегрироваться в систему высшего образования, сталкиваются со сложными препятствиями, относящимися ко всем уровням образовательного процесса. Ряд исследований [6–8]

позволяет выявить основные проблемы, ограничивающие опыт таких студентов, а также возможные способы их решения на основе использования современных информационных технологий.

Структура учебных курсов. Для большинства студентов с ОВЗ Болонская система с семестровыми курсами оказывается слишком сложной и трудоемкой, учитывая, что на подготовку к занятиям им приходится тратить значительно больше времени и усилий по сравнению со своими сверстниками. Следствием является высокий уровень стресса, неспособность выдерживать дедлайны и отказ от дальнейшего обучения. Неспособность выдерживать расписание, в частности, из-за необходимых медицинских процедур и отсутствия времени для компенсации пропущенных занятий и заданий, приводит к быстрому отставанию.

Студентам с ОВЗ сложнее участвовать в учебном процессе в рамках обычных или онлайн-классов, когда необходимо оперативно воспринимать лекционный материал и осуществлять записи. Из-за объективных ограничений большинство видов ОВЗ, например, детский церебральный паралич, просто не позволяет своевременно делать записи, к которым можно обратиться впоследствии. При выполнении самостоятельной работы студенты также вынуждены больше времени тратить на поиск и обработку информации. Особенно высока значимость этой проблемы для студентов с нарушениями зрения, учитывая, что большая часть учебных материалов опирается именно на визуальные средства коммуникации.

С точки зрения общей организации учебного процесса, решение этих проблем может достигаться за счет следующих технико-организационных решений:

1. Значительное увеличение времени на самостоятельную работу. Это требование является универсальным для всех возможных программ инклюзивного образования, поскольку подавляющее число видов ОВЗ приводят к увеличению времени и усилий, затрачиваемых на работу с информацией и выполнение учебных заданий. В российских условиях, это требование означает и коррекцию образовательных стандартов и учебных планов, предполагающее возрастание доли самостоятельной работы студентов.
2. Опережающее предоставление полного объема учебных материалов. Современные средства представления информации позволяют обеспечивать студентов с ОВЗ электронными версиями лекций, индивидуальных заданий, тестового материала. Большую ценность также представляют доступные образцы работы, выполненных другими студентами с ОВЗ.

   Наличие «под рукой» основного содержания курса значительно уменьшает уровень стресса и позволяет студенту более гибко выстраивать свой процесс обучения и подготовиться к обучению на занятии, очном или онлайн. Наличие технических решений (системы «текст-в-голос», программы распознавания образов) способствует обеспечению доступности этих материалов для разных категорий лиц с ОВЗ. Инфраструктурной основой подобных решений является развитая современная система электронного обучения и виртуальных образовательных сред.
3. Осуществление аудио- и видеозаписей лекционных, семинарских и практических занятий для их последующего использования в ходе самостоятельной работы.

Методика обучения. Попытки интегрировать людей с ОВЗ в обычный учебный процесс зачастую наталкиваются на несоответствие между особыми образовательными потребностями и традиционными методиками, практикуемыми большинством преподавателей. В частности, формат классических лекций, при которых студенты конспектируют монолог преподавателя, с минимумом интерактивности, как правило, негативно воспринимается студентами с ОВЗ. Другие компоненты учебного процесса, такие как индивидуальные задания и групповые проекты, также рассчитаны на здоровых студентов, и уровень нагрузки для обучающихся с ОВЗ оказывается неподъемным.

При этом сами студенты положительно относятся к групповой работе и считают более полезными форматами интерактивные и групповые виды занятий: разбор ситуаций, дискуссии, исследовательские проекты [7]. С точки зрения технических решений, такая ситуация является серьезным вызовом: обеспечить доступность лекционного материала при помощи информационных технологий гораздо проще, чем осуществить поддержку совместной проектной работы или дискуссии. Следующие рекомендации позволят частично решить названные проблемы:

1. Развитие виртуальных образовательных сред с акцентом на интерактивный и коллаборативный функционал. Виртуальная среда потенциально способна значительно расширить возможности студентов с ОВЗ, однако она требует ее активного использования в том числе преподавательским составом. Возможности виртуального взаимодействия представляют для студентов с ОВЗ большую ценность, чем для обычных студентов, а такие элементы как чаты, форумы, инструменты совместной работы более важны чем доступ к электронным учебным материалам. Необходимым требованием к виртуальной образовательной среде для студентов с ОВЗ является ее высокая адаптивность, возможность индивидуально настраивать интерфейс и использовать альтернативные способы управления ключевыми функциями.
2. Некоторые проекты показывают перспективность специально разработанных интерфейсов с элементами социальных сетей, а также технологий трехмерных виртуальных миров для вовлечения и мотивации студентов с коммуникационными и когнитивными нарушениями.
3. Разработка учебных материалов с использованием множества каналов коммуникаций и альтернативных средств представления информации. Простая оцифровка лекционного материала и заданий во многих случаях недостаточна для повышения их доступности. Различные типы ОВЗ требуют разных средств доставки информации (текстовых, визуальных, аудиальных) и разной степени сложности и структурированности. Оптимальная стратегия предполагает представление ключевой информации несколькими альтернативным способами, то есть ее дублирование и повышение избыточности.
4. Вовлечение студентов в процесс постановки учебных задач и управление ходом их решения. Студенты с различными типами ОВЗ лучше, чем кто бы то ни было знают и понимают свои ограничения, возможности, технические решения, которые они могут использовать. Опора на информацию, полученную от самих студентов, критически важна для выбора эффективной методики обучения, целей и средств выполнения индивидуальных и групповых заданий. Повышение роли студентов в определении методики обучения будет также способствовать росту их самостоятельности и независимости, а также психологической уверенности, поможет стимулировать креативность и инициативность в освоении новых информационных стратегий, их использования в учебе.

Индивидуальная работа со студентами. Хотя индивидуальная работа со студентами является обязательным элементом при любой форме высшего образования, для студентов с ОВЗ она играет особую роль, позволяя компенсировать естественные ограничения при обучении в аудиториях или онлайн-классах и повысить качество самостоятельной работы. Отсутствие необходимых коммуникативных навыков и участия со стороны преподавателей, учета особенностей студентов с ОВЗ, негибкость расписания консультаций могут превратить индивидуальную работу в бесполезную формальность и оказывать демотивирующее воздействие.

Для повышения эффективности этого компонента обучения, помимо соответствующей подготовки и изменения практик преподавательского состава, можно рекомендовать:

1. Включать в виртуальную образовательную среду инструменты для многоканальной и мультимедийной коммуникации между студентом и преподавателем, с использованием как стандартных коммуникационных средств (электронная почта, чат, мессенджеры, IP-телефония, видеоконференции и пр.), так и специализированных технологий, например, на основе «умных пиктограмм» и других альтернативных коммуникационных систем. Понимание предпочтительных для студента каналов и форм общения является важной предпосылкой выстраивания эффективной коммуникационной среды.
2. Перспективным направлением является разработка кросс-платформенных решений, позволяющих интегрировать различные программные и аппаратные инструменты в области коммуникаций, таких как платформы для вэбинаров и онлайн-обучения.
3. Более широкое использование для консультаций мобильных устройств, в том числе использующих специальные приложения, такие как программы типа «текст-в-голос» и «голос-в-текст».

Оценивание. Контрольные мероприятия, завершающие образовательный процесс, также сопряжены с рядом серьезных барьеров для студентов с ОВЗ. Фонды оценочных средств, а также регламенты выполнения контрольных заданий, разработанные для здоровых студентов, могут не соответствовать потребностям студентов с ОВЗ по различным причинам: техническим (маленький размер шрифтов, использование визуальных элементов, нечитаемых специальными программами, необходимость совершения физических действий, недоступных студентам), организационным (недостаточное время на выполнение задания, негибкое расписание сдачи экзаменов, отсутствие специальных условий, определяемых состоянием здоровья), психологическим (страх перед тестированием у людей с симптомами тревожности и другими нервно-поведенческими расстройствами, негативный эффект стигматизации).

Проектирование инклюзивной образовательной среды может потребовать дополнительные технические решения и на данном этапе:

1. Контроль и адаптация тестовых и других контрольных материалов на предмет соответствия потребностям отдельных групп студентов с ОВЗ и совместимости со специализированным программным обеспечением, таким как программы распознавания текста и образов.
2. Разработка альтернативных форм и типов контрольных заданий, позволяющих студенту выбрать те из них, которые в наибольшей степени соответствуют его потребностям и возможностям.
3. Создание банка контрольных заданий, доступных для предварительного ознакомления в виртуальной образовательной среде и позволяющих оценить необходимые технические и организационные условия сдачи экзаменов или курсовых проектов.
1. Использование систем электронной регистрации и других механизмов согласования расписания сдачи контрольных заданий.
2. Возможность использования специализированного ПО для сдачи экзаменов, в зависимости от типа ОВЗ.

Современная система высшего образования, по сути, только начинает искать эффективные способы интеграции студентов с ОВЗ. Наиболее типичные стратегии, используемые учебными заведениями и органами государственной власти, это поиск локальных решений для адаптации возможностей студентов к учебным программам, соответствующим образовательным стандартам. Однако такие частичные решения, как можно предположить, не способны в достаточной мере обеспечить инклюзивность самостоятельной работы студентов. Представляется, что в адаптации нуждается сам образовательный процесс, во всех своих ключевых компонентах, к особым образовательным потребностям студентов с ОВЗ.

Литература

1. *Белоглазов А.А., Белоглазова Л.Б., Кручкович С.М., Новоселова Н.В.* Использование цифровых технологий в преподавании: современные тенденции // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». – №2 (44) 2018. – С. 26–32.
2. *Sachs D., Schreur N.* Inclusion of students with disabilities in higher education: Performance and participation in student's experiences // Disability Studies Quarterly. – 2011. – Vol. 31.2.
3. *Seale J., Draffan E.A., Wald M.* Digital agility and digital decision-making: Conceptualising digital inclusion in the context of disabled learners in higher education // Studies in Higher Education. – 2010. – Vol. 35.4. – P. 445–461.
4. *Roberts J.B., Crittenden L.A., Crittenden J.C.* Students with disabilities and online learning: A cross-institutional study of perceived satisfaction with accessibility compliance and services // Internet and Higher Education. 2011. – Vol. 14. – P. 242–250.
5. В Минобрнауки России обсудили итоги работы сети ресурсных учебно-методических центров по обучению инвалидов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://минобрнауки.рф/новости/12221. – МОН РФ (дата обращения 08.02.2018).
6. Интернет-проект Курсбург: courseburg.ru. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://courseburg.ru/analytics/Issledovanie_MOOC_platform.pdf (дата обращения 16.07.2018).
7. *Morina A., Cortes M.D., Melero N.* Inclusive curricula in Spanish higher education? Students with disabilities speak out // Disability & Society. 2014. – Vol. 29. – P. 44–57.

Т.В. Гончарук «МГГЭУ» (e-mail: gtv0369@mail.ru)

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Аннотация: *В данной статье детально рассмотрено понятие «информатизация высшего образования». Обозначены задачи высшего образования в контексте информатизации и интеграции лиц с ОВЗ в образовательный процесс. В целях успешной адаптации образовательного процесса для лиц с ОВЗ предлагается модель единой информационной среды учреждения высшего образования, а также модель консорциума на основе государственно-частного партнерства.*

Ключевые слова: *информатизация, высшее образование, лицо с ОВЗ, адаптация, интеграция, информационные технологии, государственно-частное партнерство, консорциум.*

Goncharuk T.V.
«MGGEU» (e-mail: gtv0369@mail.ru)

INFORMATIZATION OF HIGHER EDUCATION FOR PERSONS WITH DISABILITIES

Annotation: *In this article the concept of "informatization of higher education" is considered in detail. The tasks of higher education are designated in the context of informatization and integration of persons with disabilities in the educational process. A model of a unified information environment of higher education institutions and the consortium model based on public-private partnership are offered for the successful adaptation of the educational process for people with disabilities.*

Keywords: *informatization, higher education, person with disabilities, adaptation, integration, information technologies, public-private partnership, consortium.*

Сегодня в Российской Федерации около 14,5 млн людей с инвалидностью, из них 70% люди трудоспособного возраста, но лишь 17% имеют постоянную работу. Статистика же показывает, что численность этой категории населения с каждым годом растёт. Поэтому современное глобальное общество не должно вычёркивать таких людей из жизни, оно обязано создавать все необходимые условия для социальной интеграции и адаптации лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

По данным Росстата на начало 2016–2017 учебного года в Российской Федерации начитывалось 818 официально зарегистрированных вузов [3]. Лишь малая часть из них приспособлена для обучения инвалидов. Помимо этого, проведённые исследования показали, что большинство из последних вообще не соответствует современным образовательным стандартам.

Современное общество диктует свои правила, оно требует, чтобы образование, если оно хочет оставаться качественным, в том числе для лиц с ОВЗ, совершенствовалось так же, как совершенствуется мир вокруг нас. В 21 веке решить данную проблему намного проще, ведь человечество живёт в эпохе постиндустриального или информационного общества.

Однако, те возможности, которые теперь открываются, используются весьма слабо. Информатизация образовательных учреждений началась сравнительно недавно; преподаватели и студенты испытывают ряд трудностей, вызванных объективными факторами, среди которых, недостаточно сформированное умение учащихся пользоваться компьютером как средством работы с информацией. Основные задачи в рамках данной проблемы — сфор-

мировать у человека особую информационную культуру личности, создать информационное общество и «развернуть» его навстречу тем потребностям, которые есть у социума в сфере образования. В первую очередь, у студентов с инвалидностью, молодых ученых, исследователей, преподавателей, педагогов-психологов. Люди должны научиться с самого детства и на всех этапах образовательного процесса не бояться информации, работать с ней и правильно распоряжаться имеющимися ресурсами. Это, несомненно, долгий и трудоёмкий процесс, целью которого является рассмотрение образовательных возможностей современных информационных и коммуникационных технологий для лиц с ОВЗ, а также их оперативное внедрение в систему высшего образования.

Как было отмечено выше, отличительной чертой современности является ускоряющийся с каждым годом темп развития новых информационных технологий. Происходит информатизация учебного процесса.

Информатизация образования означает совокупность взаимосвязанных политических, социально-экономических, научных факторов, которые обеспечивают свободный доступ каждого участника образовательного процесса к любым источникам информации, кроме законодательно секретных. Целью информатизации является улучшение качества жизни людей за счет одновременного увеличения производительности и облегчения условий труда [2, с. 8].

С появлением в процессе высшего образования людей с инвалидностью такой составляющей, как информатизация, стало целесообразным пересмотреть его задачи. Основными из них являются:

- повышение качества подготовки специалистов на основе использования в учебном процессе современных информационных технологий;
- применение активных методов обучения и, как результат, повышение творческой и интеллектуальной составляющих учебной деятельности;
- интеграция различных видов образовательной деятельности (учебной, исследовательской, воспитательной и т.д.);
- адаптация информационных технологий обучения к индивидуальным особенностям обучаемого;
- обеспечение непрерывности и преемственности в обучении;
- разработка и внедрение информационных технологий дистанционного обучения лиц с ОВЗ;
- совершенствование программно-методического обеспечения учебного процесса.

Для получения максимального эффекта от адаптации высшего образования для лиц с ОВЗ в условиях информатизации можно добиться только с помощью единой коммуникационной системы прямой и обратной связи, которая в режиме «онлайн» будет транслировать данные мониторинга социально-экономической безопасности и результативности деятельности вуза (*рис. 1*).

Подобная система образовательного учреждения складывается из:

- системного и прикладного программного обеспечения общего функционирования (текстовые и графические редакторы, электронные таблицы, базы данных и др.);
- программного обеспечения для автоматизации деятельности различных целевых групп и подразделений вуза (для учета студентов, для учета работников и вакантных мест, для составления расписания, для анализа посещаемости и успеваемости, для автоматизации учебного процесса, для анализа результатов сессий и др.);
- программно-методического обеспечения для организации учебно-методического и воспитательного процесса (обучающие и развивающие компьютерные программы, электронные учебники, технологии дистанционного образования, мультимедийные энциклопедии и др.);

Рис. 1. Единая информационная среда учреждения высшего образования.

Источник: составлено автором

- информационных ресурсов вуза (единая база данных, электронная библиотека, учебно-методическая документация, мультимедийные учебные разработки, Web-сайт).

Данная система, в свою очередь, требует детальной разработки, постоянной корректировки, сервисного обслуживания и контроля, как на уровне вуза, так и на уровне региона и государства. Необходимо повысить уровень использования информационных технологий в образовательном процессе лиц с ОВЗ, обеспечить их качество и доступность, а также внедрять элементы информатизации образования уже в дошкольных учреждениях. Вместе с этим, стоит разработать алгоритм непрерывного сотрудничества между представителями власти и бизнеса.

Решению данной задачи может поспособствовать создание института цифровой экономики при Президенте РФ с отдельными функциональными единицами институционального и технического обеспечения на базе государственных университетов. Изначально, на примере отдельных вузов, такими единицами могут быть междисциплинарные кафедры, на которых будут накапливаться научно-исследовательские разработки информационных технологий, а также законодательные, технические решение и практические знания для последующего их применения в процессе информатизации образования.

Помимо этого, формирование рациональной системы интеграции людей с инвалидностью в высшее образование возможно, осуществляя выявление приоритетов развития человеческих ресурсов как источников капитала экономического и инновационного роста на основе государственно-частного партнерства (ГЧП). Проекты, реализуемые на принципах гражданско-правового партнерства, сегодня широко используются при организации научных институтов, в которые входят высшие учебные заведения, научно-исследовательские комплексы и другие связанные с ними учреждения. Образованные подобным образом структуры учебных заведений высшего образования создают предпосылки к повышению качества и эффективности образовательного процесса, позволяют в полной мере реализовать интеллектуальный и творческий потенциал студентов, качественно повысить прикладной характер обучения, создавая благоприятную почву для научной работы и инновационных исследований [1, с. 46].

В этой связи, особый интерес представляют собой научно-промышленно-образовательные комплексы (консорциумы), которые являются основой для построения новых единиц бизнеса в рамках информатизации. Жизненный цикл консорциума довольно прост и понятен (*рис. 2*).

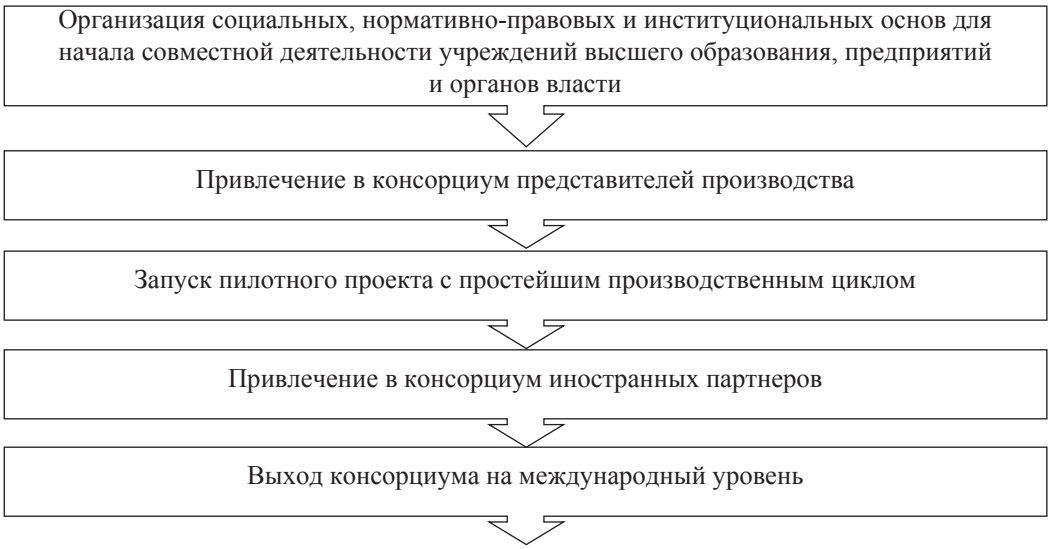


Рис. 2. Жизненный цикл научно-промышленно-образовательного комплекса

Источник: составлено автором.

Роль научных и образовательных учреждений, как участников консорциума, отражает следующие функции:

- помощь регулятору-законодателю;
- построение Форсайта (видения) и перспектив развития;
- научные исследования;
- рекомендации и подготовка к стандартизации;
- подготовка кадров;
- институциональное обеспечение (исследование формальных и неформальных факторов).

На данный момент в условиях глобализации и информатизации реформировать систему высшего образования просто необходимо. Все преобразования должны быть подкреплены соответствующими информационными технологиями и обеспечивать вузу высокий уровень конкурентоспособности. Помимо этого, нужно учитывать социально-экономические особенности российского общества. Реализуя данные принципы, система высшего образования РФ будет отвечать современным мировым стандартам и высокому уровню качества образовательных услуг.

Итак, сегодня проблема интеграции лиц с ограничениями по здоровью является особенно актуальной. Однако, проведения работ по созданию условий доступности недостаточно. Необходима поддержка самого государства в виде единых нормативов организации учебного и реабилитационного процессов, а также механизмов материально-технического, социального, психолого-педагогического, кадрового и реабилитационного сопровождения. Правила и порядок профессиональной реабилитации инвалидов и система специальной подготовки и переподготовки, повышения квалификации преподавателей в условиях интегрированного обучения — всё это должно быть закреплено законодательно. Что же касается вузов, то им следует развернуть более активную деятельность по обеспечению доступности высшего образования для лиц с ОВЗ, созданию безбарьерной среды и разработке новых информационных технологий обучения, в том числе на основе государственно-частного партнерства. Возможно, когда всё вышеперечисленное воплотится в реальность, человек с

инвалидностью станет полноправным членом современного общества не только на словах, но и на деле тоже.

Литература

1. *Гончарук Т.В*. Формирование системы непрерывного аграрного образования посредством инструментов ГЧП // Международное научное издание «Современные фундаментальные и прикладные исследования». – 2017. – №4. – С. 44–51.
2. Информационные системы в экономике: учебное пособие / под ред. проф. А.Н. Романова, проф. Б.Е. Одинцова. – М.: Вузовский учебник, 2008. – 411 с.
3. Образование в цифрах. Краткий статистический сборник. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.hse.ru/data/2018/06/29/1153062641/obr2018.pdf. (дата обращения: 03.11.2018).

Купреев К.М. «МБУ Здравохранени, г. Краснодар»

СЕМАНТИКА РУССКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА

Аннотация: *В статье представлена обзорная характеристика систем машинного перевода, предназначенных для жестовых языков и базирующихся на использовании семантического языка-посредника (интерлингвы). Рассматриваются принципы построения интерлингвы в двух разработках (многоязыковая система, ориентированная наряд жестовых языков, в частности, американский, ирландский, японский и система с многоходовой архитектурой, предназначенная для перевода с английского языка на американский жестовый язык). Обсуждение архитектуры этих систем и требований, обусловленных спецификой жестовых языков, проводится на содержательном уровне, без углубления в математические и технические детали. Цель статьи: способствовать пониманию проблем и стратегий формализации семантики жестовых языков в рамках систем автоматического перевода.*

Ключевые: *слова: язык жестов, семантика, формализация, автоматизация перевода, многоязыковая система, метаязык, интерлингва, алгоритм.*

Kupreev K.M. «MBU of Health care of Krasnodar»

THE SEMANTICS OF RUSSIAN SIGN LANGUAGE

Annotation: *The article presents an overview of machine translation systems designed for sign languages and based on the use of semantic intermediary language (Interlingua). The principles of Interlingua construction in two developments (multilingual system, oriented sign language outfit, in particular, American, Irish, Japanese and system with multi-way architecture, designed for translation from English into American sign language) are considered. Discussion of the architecture of these systems and requirements, due to the specifics of sign languages, is carried out at a substantive level, without going into mathematical and technical details. The purpose of this article is to contribute to the understanding of the problems and strategies of formalizing the semantics of sign languages in the systems of automatic translation.*

Keywords: *sign language, semantics, formalization, automation translation, multi-language system, a meta-language, Interlingua, algorithm.*

Язык жестов — это способ коммуникации слабослышащих людей, в котором информация передается за счет движения рук, тела, мимики. Основным недостатком существующих систем сурдоперевода, является отсутствие блока семантического анализа исходного текста, направленного на решение проблемы многозначности слов в языке. Общая схема перевода с русского языка на русский жестовый язык, состоит из анализа исходного текста, перевода на жестовую речь и визуализации жестовой речи. Блок анализа исходного текста с учетом семантической составляющей русского языка, основан на словаре В.А. Тузова, описан алгоритм семантического анализа. Анализ текста завершается в случае, когда у каждого слова остается только одно семантическое описание, таким образом решается проблема многозначности. К наиболее приоритетным направлениям модификации модуля семантического анализа можно отнести следующие: расширение базы жестов, осуществление разбора сложных предложений, добавление учета в алгоритм анализа специфики русского жестового языка. Проводится перевод текста на жестовую речь, который осуществляется с помощью анализа синтаксических конструкций русского языка и русского жестового языка. На основе данного анализа определяется соответствие синтаксических конструкций, в кото-

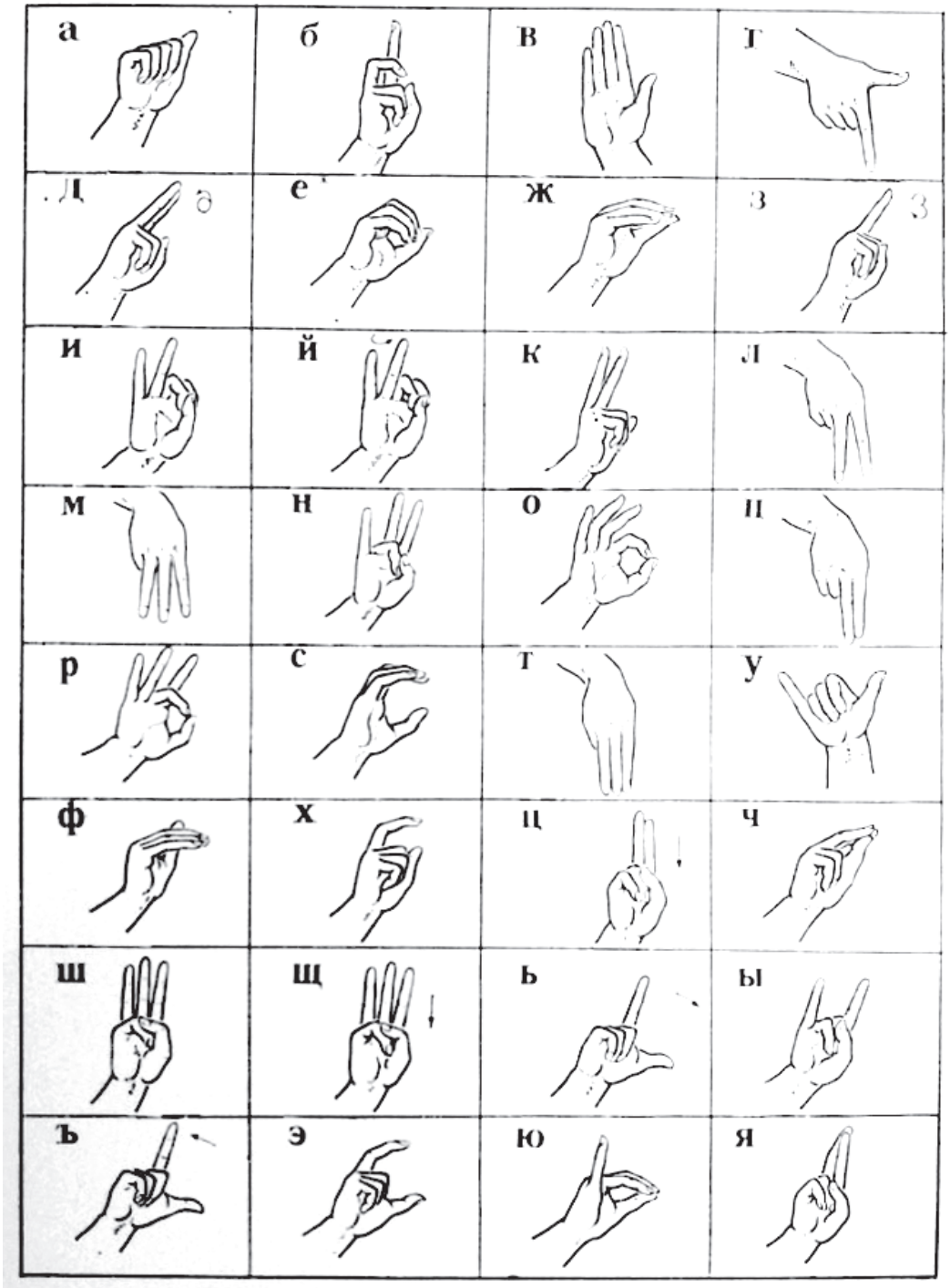


Рис. 1. Русская пальцевая азбука

ром сложные предложения разбиваются на более простые. В ходе преобразования исходное предложение подвергается определенным дополнительным модификациям. В частности, причастие заменяется соответствующим глаголом. Данное преобразование применяется к обоим согласованным причастиям. Для указания на идентичность упоминаемых объектов вводятся местоимения. Затем формируется стандартная схема предложения на разговорном русском жестовом языке: подлежащее, определение, обстоятельство, сказуемое, дополнение. Имеется соответствующая библиотека для определения синтаксических конструкций.

Жестовый язык (*рис. 1*) представляет собой естественный человеческий язык, и для его анализа используются методы, основанные на исследованиях звучащих языков.

Но данные программы не решают в полной мере проблему коммуникации людей с дефектами слуха. В связи с этим возникает необходимость в использовании мультимедийных компьютерных систем, которые будут переводить речь на язык жестов, и наоборот, используя понятия лингвистики, семантики (*рис. 2*). Алгоритм языкового взаимодействия показан на *рис. 3*.

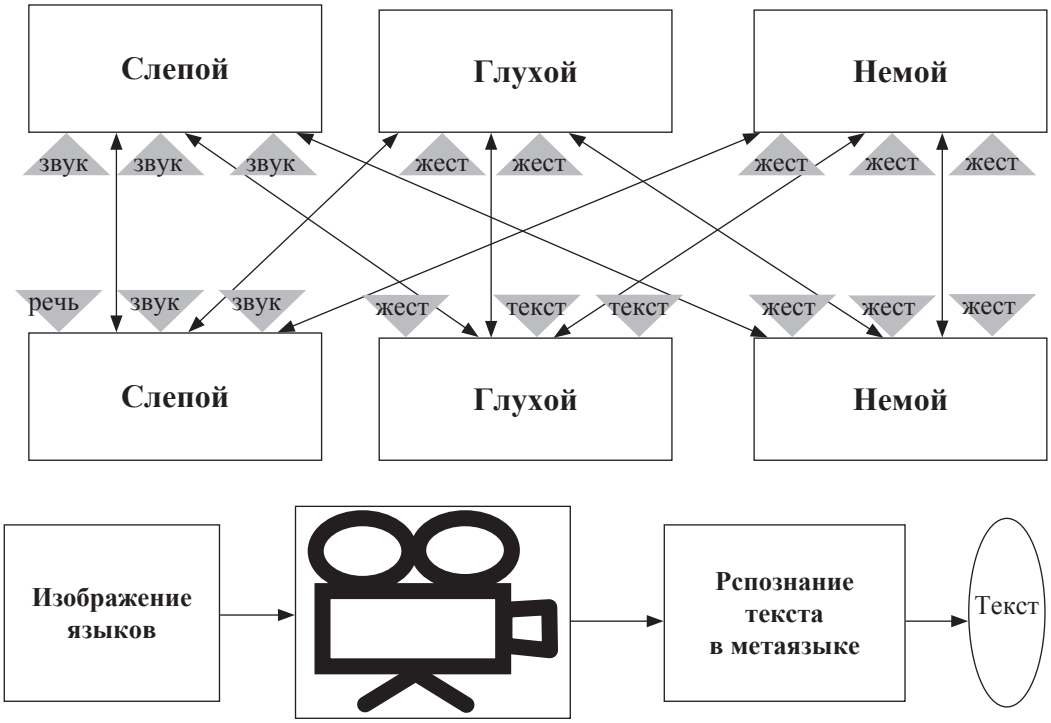


Рис. 2. Проблемы коммуникативности

Метаязык — одно из основных понятий современной логики и теоретической лингвистики, используемое при исследовании языков различных логико-математических исчислений, естественных языков, для характеристики отношений между языками и описываемыми с их помощью предметными областями. Семантический метаязык противопоставляется языку-объекту как другая знаковая система, позволяющая более непосредственно отразить структуру выражений объектного языка, тем самым выявляя, объективируя ее. Значение предложений языка-объекта фиксируется с помощью семантического представления, построенного из единиц семантического метаязыка, которое не только передает то же значение, что и предложение языка-объекта, но и отражает структуру этого значения. Техно-

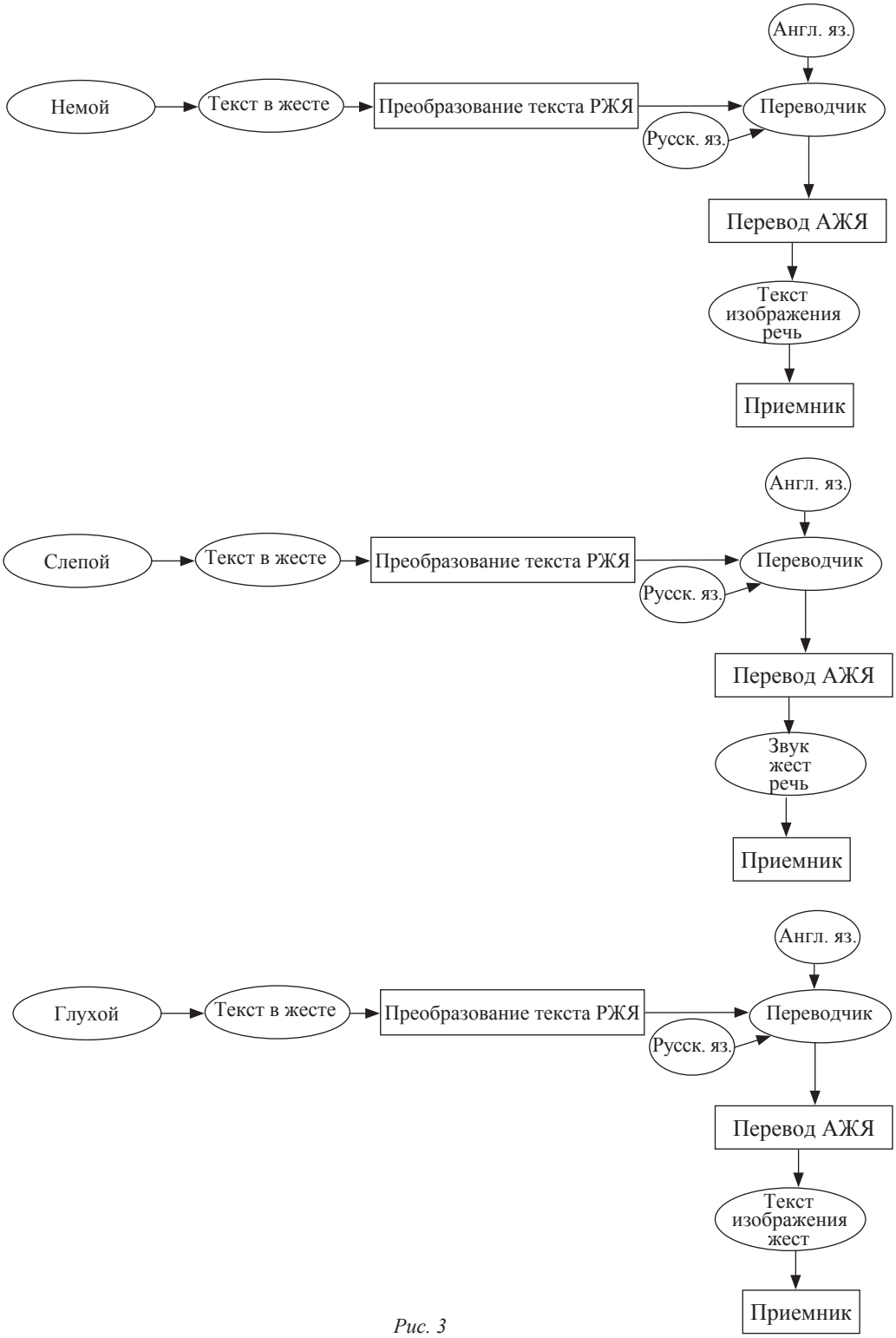

Англ. яз.
Немой
Текст в жесте
Преобразование текста РЖЯ
Переводчик
Русск. яз.
Перевод АЖЯ
Текст
изображения
речь
Приемник
Англ. яз.
Слепой
Текст в жесте
Преобразование текста РЖЯ
Переводчик
Русск. яз.
Перевод АЖЯ
Звук
жест
речь
Приемник
Англ. яз.
Глухой
Текст в жесте
Преобразование текста РЖЯ
Переводчик
Русск. яз.
Перевод АЖЯ
Текст
изображения
жест
Приемник

Рис. 3

логии автоматического перевода языка жестов в текст расширяют возможности общения. В будущем мы сможем свободно разговаривать не только с иностранцами, но и с людьми, на языке которых, кроме них, не говорит почти никто. Автоматический перевод языка жестов — сложная задача.

Помимо специфичной семантики предложений, язык также предполагает участие и кистей рук, и целиком плечевого пояса и мимики *рис. 2*. Во многих языках жестов приподнятые брови означают вопрос, а чтобы сформулировать отрицание частицу «не» нужно поставить в конце предложения.

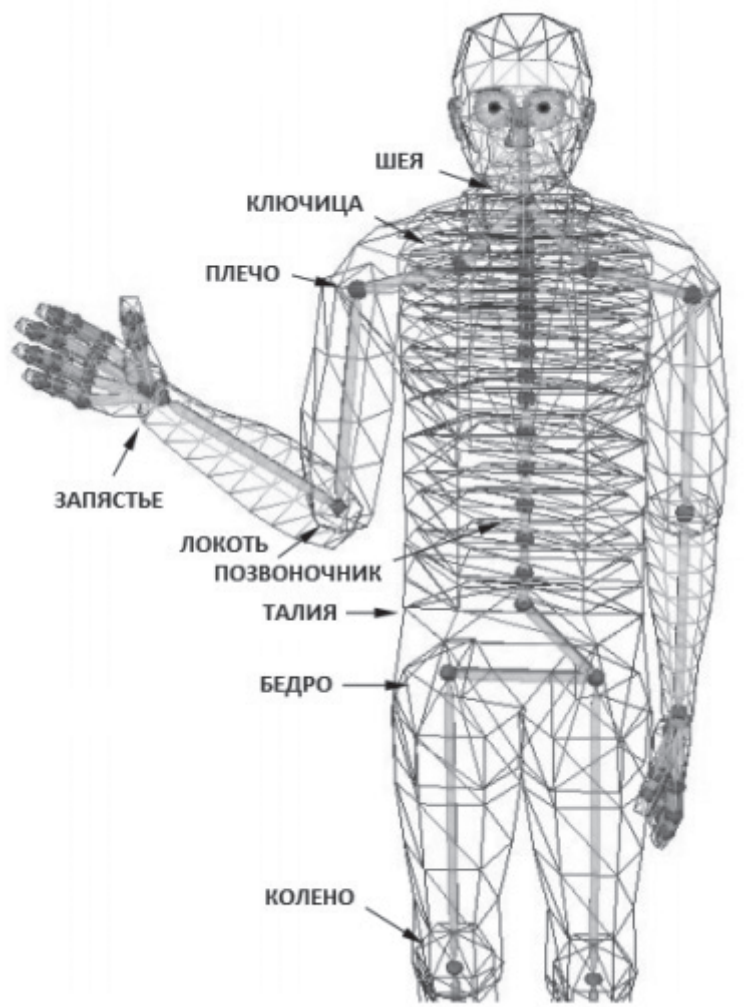


Рис. 4

Архитектура системы представляет собой модульную систему, работающую в определенной структуре, которая представляет собой фреймовую структуру, показанную на *рис. 5*. Процессно-ориентированный взгляд на систему отражает структуру системы в виде различных списков. Для решения конкретных задач и получения необходимых знаний происходит обращение к этим спискам с помощью операций чтения и записи. К входному документу,

представляющему собой текст, применяются морфологические правила и эвристики для определения конструкции составного слова. Обработанный текст затем подвергается проверке на идиоматические выражения.

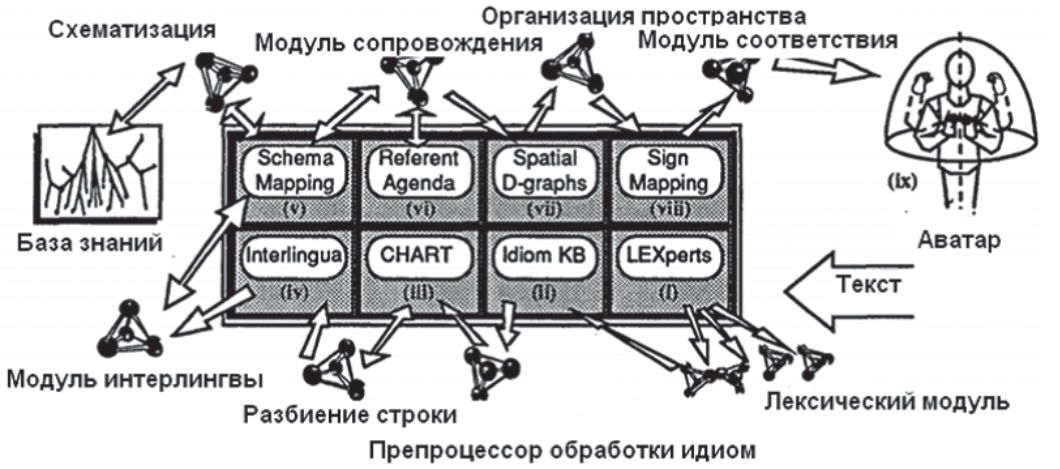


Рис. 5

Из этой унифицированной структуры можно выявить независимые от языка метафорические и метонимические структуры, характерные для исходного языка. Далее проводится преобразование структуры текста языка-посредника в конструкции, которые отображаются на язык жестов с помощью аватара. Вместо попытки построить универсальную грамматику, обобщающую все синтаксические формы многих языков, используются данные, полученные путем моделирования смысла предложения на интерлингву. В этом отражается уникальность данной системы. Интерлингва - вспомогательный язык для международного общения.

Система TEAM — это система машинного перевода с английского языка на американский жестовый язык. Перевод в системе TEAM состоит из двух этапов: первый — перевод введенного предложения с английского языка на промежуточное представление с учетом синтаксической, грамматической и морфологической информации, второй — отображение промежуточного представления в виде движения с небольшим набором параметров, которые в дальнейшем преобразуются для управления моделью человека, воспроизводящей жесты. Гибкость системы позволяет адаптировать ее к другим жестовым языкам. Для вывода предложения на американском жестовом языке (АЖЯ) необходима детально проработанная 3D-модель человека. Модель должна иметь кисть с шарнирными пальцами, высокоточные руки и тело, а также лицо с управляемым выражением лица. Кроме того, нужны быстрые вычислительные модели для процедурной генерации широкого спектра естественно выглядящих жестов. Разработанный модуль семантического анализа речи, текста основывается на словаре В.А. Тузова. В.А. Тузов каждое слово определил как валентную структуру, состоящую из набора актантов. Каждый актант состоит из набора характеристик, описанных в формуле:

$Ai = \{CNi, BLj, SDk, MDl, Cm, SPp\}$, где CNi — номер класса, $i = 1,...,N$; BLj — базисная лексема, $j = 1,...,M$; SDk — семантическое описание, $k = 1,...,P$; MDl — морфологическое описание, $l = 1,...,S$; Cm – комментарий, $m = 1,...,L$; SPp — часть речи, $p = 1,...,W$. Разработанный программный комплекс, позволяющий выполнять семантический анализ предложений *рис. 6*.

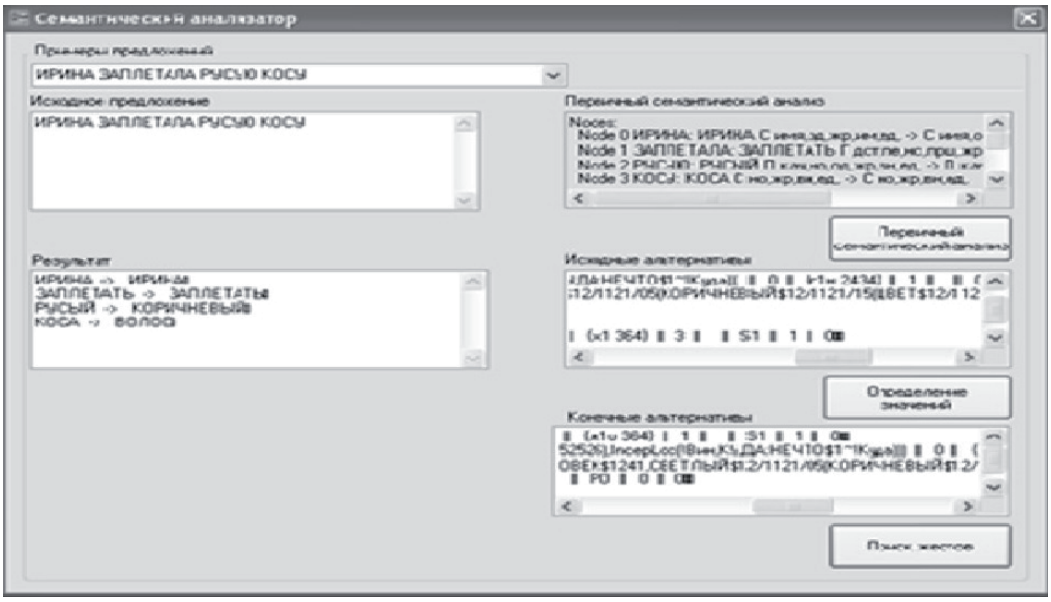


Рис. 6

Последние разработки в данном направлении ориентированы на увеличение количества жестов и улучшение процесса обработки предложений.

Заключение

В данной работе рассмотрена система компьютерного перевода с русского языка на русский жестовый язык. Проведен анализ существующих систем компьютерного сурдоперевода. Описана технология компьютерного перевода русской речи на русский жестовый язык. Впервые разработан блок анализа исходного текста с учетом семантической составляющей русского языка на основе словаря В. А. Тузова. Разработаны и реализованы алгоритмы семантического анализа для многозначных слов. Приведена схема семантического анализа имени существительного. Анализ текста завершается в случае, когда у каждого слова остается только одно семантическое описание; таким образом, решается проблема многозначности. К наиболее приоритетным направлениям модификации модуля семантического анализа можно отнести следующие: расширение базы жестов, осуществление разбора сложных предложений, добавление учета в алгоритме анализа классификаторных предикатов жестового языка.

Литература

1. *Гриф М.Г., Мануева Ю.С., Козлов А.Н.* Построение системы компьютерного сурдоперевода русского языка // Тр. СПИИРАН. 2014. – № 6 (37). – С. 170–183.
2. *Гриф М.Г., Тимофеева М.К.* Проблема автоматизации сурдоперевода с позиции прикладной лингвистики // Сиб. филол. журн. 2016. – № 1. – С. 211–219.
3. *Гриф М.Г.* Методы и технологии компьютерного сурдоперевода: учеб. пособие. – Новосибирск, 2017. – 71 с.
4. *Прозорова Е.В.* Российский жестовый язык как предмет лингвистического исследования // Вопр. языкознания. 2017. – № 1. – С. 44–61.

5. *Сокирко А.* Семантические словари в автоматической обработке текста (по материалам системы Диалинг). – М., 2015. – 108 с.
6. *Тузов В.А.* Компьютерная семантика русского языка: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУ, 2018. – 391 с.

Милославский Е.С.

СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕКСТА, КАК СРЕДСТВО ЛУЧШЕГО ПОНИМАНИЯ СМЫСЛА

Аннотация: *Данная работа посвящена определению понятия «семантический анализ», а также выявлению его основных этапов на основании работ известных лингвистов, таких как И.А. Мельчук и Ю.М. Лотман, а также рассмотрению его как средства лучшего восприятия и понимания художественного текста.*

Ключевые слов*а: лингвистика, семантика, анализ, смысл, художественный текст, алгоритм.*

Miloslavskiy E.S. «MSUHE, Moscow»

SEMANTICAN ALYSIS OF LITERARY TEXT IN ACCORDANCE WITH BETTER UNDERSTANDING OF ITS MEANING

Annotation: *This article is aimed to define the concept of "semantic analysis" and to identify its main stages on the basis of works of famous linguists, such as I.A. Mel'chuk and Y.M. Lotman, and consider it as a means of better perception and understanding of a literary text.*

Key words: *linguistics, semantic, analysis, meaning, literary text, algorithm.*

Семантикой называется раздел лингвистики, изучающий смысловое значение языковых единиц и структуры языка, как системы, а также происхождение значений, и воздействие окружения человека, на то, какой смысл он придает тем и или иным объектам а соответственно она связана с философией, психологией и рядом других областей. Следовательно, под семантическим анализом следует понимать тот этап в последовательности действий алгоритма понимания текстов, в ходе которого выделяются семантические отношения между частями текста, а также формируется семантическое представление текстов. При семантическом анализе необходимо учитывать социальные и культурные особенности носителя языка. Язык, как и процесс мышления, является инструментом выражения мыслей, по сути своей очень гибок и трудно поддается формализации. Поэтому семантический анализ по праву считается самым сложным этапом автоматической обработки текстов.

Семантический анализ можно разделить на несколько основных этапов:

1. Выделение ключевых слов, которые характеризуют предмет и аспекты, и выявление семантического ядра, позволяющее выявить частоту употребления ключевых слов, а также воду — совокупность незначимых для текста слов и выражений, включающую в себя стоп-слова, не несущие в себе смысловой нагрузки.
2. Последующее выявление смыслового содержания текста.

На данный момент существует много методов представления смысла высказываний, однако ни один из них не является универсальным. Так, И.А. Мельчук [1] ввел понятие лексической функции — зависимости, связывающей слово с его лексическими значениями, развил понятия синтаксических и семантических валентностей и рассмотрел их в контексте толково-комбинаторного словаря, который представляет собой модель языка. Таким образом, ему удалось доказать, что значения слов формирует представление носителя языка о действительности, а не сама действительность. Известный лингвист Е.В. Падучева [2] предлагает в ходе анализа рассматривать тематические классы слов, в частности глаголов, поскольку они несут основную смысловую нагрузку. Существенной в данном подходе яв-

ляется идея разделения языковых понятий на семантические группы с учетом наличия у них общего смыслового компонента.

Особую роль при исследовании семантики в подходе И.А. Мельчука играет валентность — способность слов вступать в связи с другими словами.

Различают два вида валентностей слова:

- синтаксические, определяющиеся, прежде всего количеством синтаксических компонентов, представленных непосредственно в тексте и заданных контекстом;
- семантические, определяющиеся лексическим анализом ситуации, задаваемой конкретным словом.

Синтаксические связи между словами можно разделить на несколько типов по определенным выявленным признакам:

1. Тип устанавливаемого семантического отношения определяется семантическими классами и в определенных случаях более детальными семантическими характеристиками слова главного и зависимого:
2. Предлоги рассматриваются не как самостоятельный объект, а как дополнительная характеристика связи между предлога и управляемым им словом.
3. Для разрешения лексической и синтаксической омонимии, фиксируемой синтаксическим анализатором, семантический интерпретатор использует систему эмпирически устанавливаемых предпочтений. Проведение первичного семантического анализа (SEO-анализа текста) на данный момент автоматизировано, для этой цели создано множество программ и онлайн-сервисов, позволяющих определить семантическую насыщенность текста, количество семантической тошноты и «воды», применяющихся в самых различных сферах, от рекламных текстов и сайтов до научных работ.

Однако, анализ по методу И.А. Мельчука позволяет более тщательно изучить структуру текста, выявить мотивацию употребления тех или иных слов или словесных конструкций.

В то же время, художественный текст структурно гораздо более сложен и разнообразен, чем, к примеру, текст рекламный или технический, а потому при его структурном анализе следует руководствоваться несколько иными алгоритмами, и учитывать ряд нюансов анализируемого текста.

В ходе выявления алгоритмов структурно стилистического анализа художественного текста мы обратились к работам Ю.М. Лотмана, в ходе исследования структуры художественного текста уделявшего особое внимание анализу словесного творчества, по той причине, что оно само по себе связанно с естественным языком. Он выстраивает сложную систему взаимоотношений между языком литературы и естественным языком в рамках художественного литературного произведения, основываясь на том, что язык художественной литературы, являющийся, как и язык искусства, вторичной моделирующей системой, надстраивает над естественным свой особый язык — вторичную знаковую модель. Эта модель содержит не только свои, особые, границы знака, но и, в некотором роде, особое его понятие.

Согласно Лотману, знаки в искусстве имеют не условный, а изобразительный, или же иконический характер, а соответственно и взаимоотношение между содержанием и выражением в языке художественного текста иное, нежели в естественных языках.

Структурные связи в словосочетаниях в художественном тексте выстраиваются, как правило, не по цепному, а скорее по иерархическому принципу. Основываясь на этом, Лотман предлагает свой метод анализа, аналогичный подходу Р. Якобсона о разделении правил грамматического синтеза (грамматики говорящего) и грамматики анализа (грамматики слушающего), делая акцент на коммуникативной проблеме.

Соответственно, структуральный анализ предполагает выбор из двух типов отношений:

1) навязывание чужому тексту своего художественного языка в ходе анализа, что ведет к перекодировке, а иногда и к разрушению структуры текста;
2) невозможность восприятия текста по известным канонам, вследствие которой для понимания данного сообщения требуется создание нового, неизвестного кода.

В данной ситуации структурный анализ способствует восприятию и пониманию информации переданной одной знаковой системой и переводу ее на язык другой знаковой системы. Вне семиотического подхода это невозможно, т.к. цель знаковой деятельности — передача смысла. Конечной целью изучения любой знаковой системы является определение ее содержания. Особенно остро это ощущается при исследовании вторичных моделирующих систем, таких как культура, искусство, литература, ведь их изучение в отрыве от проблемы содержания теряет всякий смысл.[3].

Иерархически организованный текст раскладывается на уровни — фонологический, грамматический, синтаксический, ритмический и т.д., каждый из которых в рамках структурного анализа может рассматриваться в отдельности. Но в то же время, при проведении анализа необходимо придерживаться определенных правил:

- язык описания текста должен быть иерархичен, и не допускать смешения описания разных уровней;
- в пределах одного уровня описание должно быть структурированным и полным;
- метаязыки разных уровней описания могут быть различными.

Подходя к анализу художественного текста, следует учитывать, что в его основе лежат два основных типа отношений между синтагмами: сопротивопоставления повторяющихся эквивалентных элементов и сопротивопоставления соседствующих неэквивалентных элементов [4]. Все художественные тексты также можно разделить по двум конструктивным принципам: принцип ритма (уравнивает все, что не может быть выравнено в естественном языке) и принцип метафоры (соединяет несоединяемое в естественном языке). Первый принцип чаще применим к стихотворному тексту, второй — к прозаическому.

Ю.М. Лотман говорит о двух осях значений в структуре художественного текста: парадигматической и синтагматической, и разделяет структурно-семантический анализ на следующие этапы:

1. Разбиение текста на уровни и группы по уровням синтагматических сегментов (фонема, морфема, слово, стих, строфа, глава — для стихового текста; слово, предложение, абзац, глава — для прозаического текста).
2. Разбиение текста на уровни и группы по уровням семантических сегментов (типа «образы героев»). Эта операция особенно важна при анализе прозы.
3. Выделение всех пар повторов (эквивалентностей)
4. Выделение всех пар смежностей.
5. Выделение повторов с наибольшей мощностью эквивалентности.
6. Взаимное наложение эквивалентных семантических пар с тем, чтобы выделить работающие в данном тексте дифференциальные семантические признаки и основные семантические оппозиции по всем основным уровням. Рассмотрение семантизации грамматических конструкций.
7. Оценка заданной структуры синтагматического построения и значимых от него отклонений в парах по смежности. Рассмотрение семантизации синтаксических конструкций [5].

Определение алгоритма структурного анализа М.Ю Лотман базирует на выявлении уровней и основные элементы парадигматики художественного текста, в которых главным принципом является принцип повтора (повторяемость на фонологическом, метрическом, грамматическом, лексико-семантическом и других уровнях), взаимоотношения синтагма-

тических соединений (фонологические последовательности в стихе и синтагматика лексико-семантических единиц) и композиция произведения (рамка, пространство, сюжет, расположение персонажей, точка зрения текста и др). Исходной точкой структурного анализа художественного произведения является понимание того, что он обладает способностью включать в себя исключительно высоко сконцентрированную информацию, и задача исследователя выявить значения на каждом из уровней его структуры [6].

В заключение хотелось бы сказать, что структурно стилистический анализ остается одним из наиболее сложных этапов лингвистического исследования текста. Но технологии развиваются с каждым днем, и возможно, в будущем процесс структурно-семантического анализа также будет автоматизирован. Однако, на данном этапе необходимо детально изучать принципы и методы структурно-семантического анализа, что может в дальнейшем помочь в создании программ, способных выполнить этот процесс.

Литература

1. *Мельчук И.А.* Опыт теории лингвистических моделей «Смысл-Текст». – М.: Школа «Языки русской культуры», 1999. – 346 с.
2. *Падучева Е.В*. Динамические модели в семантике лексики. – М.: Языки славянской культуры, 2004. – 608 с.
3. *Лотман Ю.М*. Структура художественного текста // Лотман Ю.М. Об искусстве. – СПб.: Искусство. – СПБ, 1998. – С. 19.
4. Там же, С. 45.
5. Там же, С. 99.
6. Там же, С.280

Савинова А.Ф. «МГГЭУ»

КОГНИТИВНЫЕ СПОСОБНОСТИ ЧЕЛОВЕКА В ФОРМИРОВАНИИ ИСТИННОГО ЗНАНИЯ

Аннотация: *Представлена модель информационной системы анализа трансформации текстов различными реципиентами, в том числе и электронными переводчиками имеющих более слабую когнитивную базу, показывающая, что применение когнитивной технологии реципиентом, обеспечивает результат, соответствующий требованиям истинного знания автора первоисточника.*

Ключевые слова: *модель, текст, переводчик, знание, когнитивность, творческий процесс, автор, мышление.*

Savinova A.F. «MGGEU»

COGNITIVE ABILITIES OF THE PERSON IN THE FORMATION OF TRUE KNOWLEDGE

Annotation: *A model of an information system for analyzing the transformation of texts by different recipients, including electronic translators with a weaker cognitive base, is shown, showing that the use of cognitive technology by the recipient provides a result that meets the requirements of the true knowledge of the author of the original source.*

Keywords: *model, text, translator, knowledge, cognitiveness, creative process, author, thinking.*

Когнитивными способностями называют психические процессы в человеческом организме, которые направлены на прием и обработку информации, а также на решение задач и генерирование новых идей. развитие познавательных способностей сегодня для ученых является одной из главных задач. В связи с этим разрабатываются новые психологические схемы и методы. При этом исследователи стремятся найти способы усилить человеческий интеллект и когнитивные способности.

Знание — это результат процесса познавательной деятельности [1]. Обычно под знанием подразумевают только тот результат познания, который обладает непреходящей истинностью, может быть логически или фактически обоснован и допускает эмпирическую или практическую проверку [1]. То есть, говоря о знании, мы чаще всего имеем в виду истинное знание. Истинное знание — это верное отражение действительности в мышлении человека [2] или в общем, то есть идея, или описание, или сообщение о том, что есть на самом деле [3]. На получение истинных знаний, знаний о глубинной структуре предметов и явлений, об их существенных взаимосвязях применяется научный метод [1]. Знание индивида (или группы индивидов) — это обладание проверенной (каким-либо способом) информацией, позволяющей решить какую-либо практическую задачу. Знание противоположно незнанию (отсутствию проверенной информации о чём-либо), но противопоставляется также и степени достоверности [4]. Сказанное выше относят к упрощенному, более узкому пониманию знания. В самом широком смысле слова, в философской интерпретации, знание — это образ реальности субъекта в форме понятий и представлений. Широкое понимание знания приближает, отождествляет его с понятием информации, что ведёт к столкновению со сложным вопросом о видах знания, главными из которых можно обозначить «истинное» и «ложное» (дезинформация). Здесь же появляется знание обыденное, знание как умение, знание как мнение, как оценка, как подражание и т.д. [3]. Обычно знание объ-

ективируется, фиксируется, выражается в языке или какой-либо другой знаковой системе, знаковой форме [5]. Однако в зависимости от того, что понимать под знанием, можно и утверждать, что знание может быть также зафиксировано в чувственных образах, получено путём непосредственного восприятия [6]. В теории искусственного интеллекта и экспертных систем, знание — это совокупность утверждений о мире, свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, а также правил логического вывода одних утверждений из других и правил использования их для принятия решений. Главное отличие знаний от данных состоит в их структурности и активности: появление в базе знаний новых фактов или установление новых связей между ними может стать источником изменений в принятии решений. Сложные системы искусственного интеллекта, основанные на нейросетевой технологии, а также экспертные системы, основанные на логической модели баз знаний, демонстрируют поведение, которое имитирует человеческое мышление и интуиция. Обучение таких систем — эвристический процесс, состоящий в нахождении решения задачи на основе ориентиров поиска, недостаточных для получения логического вывода. Для интуиции характерна быстрота (иногда моментальность) формулирования гипотез и принятия решений, а также недостаточная осознанность его логических оснований [8].

Логический вывод информации, конкретных и обобщенных сведений и данных производится в базах знаний и экспертных системах, использующих модели представления знаний и языки программирования например — языка Пролог. Эти системы явно демонстрируют логический вывод новой информации, осмысленных сведений, данных, используя правила логического вывода и факты, закладываемые в базы знаний.

В этой связи, целью работы является исследование когнитивных способностей реципиента (человека) восприятия, знакомство с произведением автора и способность понятия и представление истинного знания автора первоисточника.

В основе формирования истинного знания, на базе использования данных и имеющихся знаний лежит когнитивный метод. Но основой когнитивного метода является технология творческого процесса. Творческий процесс начинается с эмоций и определения цели истинного знания, который включает следующие операции: сбор информации по теме и формирование знаний, анализ и поиск формы изложения желаемой цели, поиск осуществляется до момента озарения (insite) и принятия решения, который заканчивается фиксацией и трансляцией результата истинного знания.

Таким образом, истинное знание представляет собой итоговую форму трансформации и изложения смысла содержания первоначального образа произведения.

Представим процесс трансформации знания. Автором, обладающим истинным знанием (Зa) создается информационный объект, включающий знание (Зп), которое является итогом трансформации истинного знания (Зa): Зп = f (Зa). Реципиент, обладающий знаниями (Зр), воспринимает знание (Зп) и, включая творческий процесс (Тп), трансформирует информационный объект в знание (Зтр), где Зтр = Тп (Зп, Зр).

Основная задача состоит в том, чтобы создать творческий процесс (Тп), обеспечивающий формирование Зр, такого, что в результате Зтр, эквивалентно (Зa), т.е. отражает истинное знание автора или: Зa ≈ Тп (Зп, Зр, Зтр). Необходимым и достаточным условием формирования истинного знания является условие приближения Зр к Зa. Применяя данную технологию, можно получить и оценить результат, удовлетворяющий требованию истинного знания на примере перевода сонета Шекспира, различными реципиентами, в том числе и электронными переводчиками.

130 сонет
My mistress' eyes are nothing like the sun;
Coral is far more red than her lips' red;

If snow be white; why then her breasts are dun;
If hairs be wires, black wires grow on her head.
I have seen roses damasked, red and white,
But no such roses see I in her cheeks,
And in some perfumes is there more delight
Than in the breath that from my mistress reeks.
I love to hear her speak, yet well I know
That music hath a far more pleasing sound;
I grant I never saw a goddess go –
My mistress when she walks treads on the ground.
And yet, by heaven, I think my love as rare
As any she belied with false compare.

Переводы автоматических переводчиков

Google Переводчик
Глаза моей хозяйки ничем не похожи на солнце;
Коралл намного краснее, чем красные губы;
Если снег будет белым; почему тогда ее грудь dun;
Если волоски являются проводами, на голове растут черные провода.
Я видел розы, пропитанные красным и белым,
Но никакие розы не видят меня в щеках,
И в некоторых парфюмах больше восторга
Чем глубже, чем от моей любовницы.
Мне нравится слышать, как она говорит, но я знаю
У этой музыки гораздо более приятный звук;
Я даю, что я никогда не видел богини,
Моя хозяйка, когда она идет, ступает по земле.
И все же, на небесах, я думаю, что моя любовь как редкая
Как и она, она опровергала ложное сравнение

Яндекс.Переводчик:
Глаза моей хозяйки ничем не похожи на солнце;
Коралл намного краснее, чем красные губы;
Если снег будет белым; почему тогда ее грудь dun;
Если волоски являются проводами, на голове растут черные провода.
Я видел розы, пропитанные красным и белым,
Но никакие розы не видят меня в щеках,
И в некоторых парфюмах больше восторга
Чем глубже, чем от моей любовницы.
Мне нравится слышать, как она говорит, но я знаю
У этой музыки гораздо более приятный звук;
Я даю, что я никогда не видел богини,
Моя хозяйка, когда она идет, ступает по земле.
И все же, на небесах, я думаю, что моя любовь как редкая
Как и она, она опровергала ложное сравнение

Перевод Савиновой Анжелы

Ее глаза — не звезды, я не скрою,
И алость губ с кораллом не сравнить,
И грудь не так бела, как снег зимою,
А волосы — что проволоки нить.
Встречал я много роз в пору цветенья,
Но на щеках ее подобных нет;
От запахов иных я в восхищенье,
Чем тех, что в ней оставили свой след.
Люблю я разговор ее, но знаю,
Что музыке приятнее внимать;
Стройна богинь походка — допускаю:
Ей не дано, как им, легко ступать.
И все ж, о небо, ни к чему сравненья:
Любовь моя, ты редкое явленье!

Анализ трансформации текстов различными реципиентами, в том числе включая Маршака и электронными переводчиками, имеющих более слабую когнитивную базу показывает, что применение когнитивной технологии творческого процесса, обеспечивает достойный результат трансформации (перевода), полученный автором статьи (Савиновой Анжелой), соответствующий требованиям истинного знания вложенного в сонет автором первоисточника — Шекспиром.

Литература

1. *Никольский А.Е.* Когнитивная конвергентная нейрореабилитационная педагогика XXI века. – М.: Спутник +, 2016, – 580 с.
2. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф*. Базы знаний интеллектуальных систем: учебник. – СПб.: Питер, 2000.
3. *Кохановский В.П*. и др. Основы философии науки. – Феникс, 2007. – 608 с.
4. *Ганс-Георг Мёллер*. Знание как «вредная привычка». Сравнительный анализ // Сравнительная философия: знание и вера в контексте диалога культур / Ин-т философии РАН. – М.: Вост. лит-ра, 2008. – С. 66–76.
5. *Федоров М.В., Пешина Э.В.* Современные концепции производства знаний.
6. *Лившиц В.М*. К истории изучения волн обучения // Вопросы психологии. 2006. – № 6. – С. 160–162.
7. https://ru.wikipedia.org.
8. http://fb.ru/article/38742/kognitivnyie-sposobnosti-cheloveka.
9. *Шекспир У*. Сонет №130.

Иванов С.Ю. «МГГЭУ»

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕОРИИ ГРАММАТИКИ

Аннотация: *Рассмотрены предпосылки связи универсального языка и генетического аппарата. Показано, что в современной когнитивной науке универсальная грамматика понимается как встроенное на генетическом уровне знание о языке.*

Ключевые слова: *грамматика, когнитивная наука, генетика, язык, сенсорно-моторной, код, языковые универсали.*

Ivanov S.Y. «MGGEU»

BIOLOGICAL FOUNDATIONS AND CONTEMPORARY THEORIES OF GRAMMAR

Annotation: *We consider the preconditions of communication of the universal language and the genetic apparatus. It is shown that in modern cognitive science universal grammar is understood as a built-in genetic level knowledge of the language.*

Keywords: *grammar, cognitive science, genetics, language, sensory-motor, code, language universals.*

Универсальная грамматика — термин, которым в ряде лингвистических теорий обозначается предполагаемый набор правил или принципов, присущих каждому человеческому языку. Подобные правила не определяют язык полностью: они допускают значительную вариантность, но ограничивают её некоторыми конечными рамками.

В современной когнитивной науке универсальная грамматика понимается как встроенное на генетическом уровне знание о языке.

Когнитивная наука — в самом широком смысле слова — совокупность наук о познании — приобретении, хранении, преобразовании и использовании знания, а в узком смысле — «междисциплинарное исследование приобретения и применения знаний», по определению Майкла Айзенка. Генетический уровень знания о языке — это понимание языка, заложенное в генетическом коде, представленном в общем виде на *рис. 1*.

Рис. 1

Аргументами в пользу существования универсальной грамматики являются:

наличие определённых языковых универсалий (таких как, к примеру, главные фонемы, части речи, гласные и согласные звуки и т.п.), присутствующих во всех языках; данные исследований усвоения языка; доводы в пользу существования отдельного языкового модуля (когнетома в нейронной сети) — независимой когнитивной системы в составе человеческого разума, предназначенной для обработки языка.

История универсальной грамматики восходит к идеям таких философов, как Роджер Бэкон и Рене Декарт, но в современном контексте она практически всегда ассоциируется с теориями американского лингвиста Ноама Хомского. Хомский выдвинул гипотезу о

том, что дети обладают врождённым механизмом усвоения языка, действующим на протяжении определённого критического периода (примерно до 12 лет). Главным аргументом Хомского стала «бедность стимула»: ребёнок не получает информации о том, какие языковые конструкции невозможны (так как родители по определению никогда не предоставляют примеров таких конструкций), что делает процесс усвоения языка невозможным без наличия какой-то заранее заданной информации. Универсальная грамматика ограничивает количество гипотез, в противном случае ребёнок должен будет выбирать из бесконечного количества возможностей. Главную задачу лингвистики Хомский видел в формальном описании универсальной грамматики, для этой цели им была предложена трансформационная порождающая грамматика, опирающаяся в первую очередь на синтаксис. Биологические основания теории универсальной грамматики связанны с именем Чарльза Дарвина. Уже Чарльз Дарвин выделял язык в качестве одного из отличительных признаков человека как вида. Однако Дарвин, как и большинство его современников, не рассматривал язык как отдельную биологическую систему, а считал его производным общих способностей человеческого разума. Открытия учёных Пьера Поля Брока и Карла Вернике изменили представление того времени о языке: ими были детально описаны случаи афазии, нарушения способности человека к производству (афазия Брока) или восприятию (афазия Вернике) речи (при сохранении большинства прочих когнитивных функций), вызванные поражением определённых областей головного мозга (названных соответственно область Брока и область Вернике).

Когнитивные системы функционируют при помощи трех главных составляющих.

1. Это внешние данные, которые мы получаем из окружающего мира;
2. Вторую мы назовем «генетическим фондом», то есть неким встроенным в нас инструментом, который конвертирует внешние данные в наш опыт и обрабатывает их.
3. Третья — это принцип «широкого контекста», законов природы.

В случае с языком интересно рассмотреть вторую составляющую — генетически встроенный механизм обработки внешней информации. Назовем этот генетически встроенный аппарат универсальной грамматикой.

Пожалуй, самая простая особенность человеческого языка — это то, что он состоит из бесконечного множества интерпретируемых выражений. Ничего подобного нет у других представителей животного мира, так что это в своем роде уникальная способность, возможно, даже заложенная на уровне ДНК. Каждый ребенок производит процесс, в результате которого он усваивает бесконечное множество структурированных выражений. И все они связаны с другими системами: сенсорно-моторной, концептуально-мыслительной и т.п. Связь языка с сенсорно-моторной системой помогает нам контактировать с окружающими, доводить до их сведения информацию о себе, а там, где язык пересекается с концептуально-понятийной сферой нашего сознания, мы конструируем планы и мысли.

Предположим, что универсальная грамматика — это генетически заложенная способность к общению на языке. Доказательства существования универсальной грамматики можно найти на самых ранних стадиях развития языка у человека. К примеру, известно, что младенцы мгновенно и осознанно выделяют из окружающего шума информацию, релевантную речи, и так учатся говорить. Детеныши животных на такое не способны.

Таким образом, в ходе работы были рассмотрены предпосылки связи универсального языка и генетического аппарата. Показано, что в современной когнитивной науке универсальная грамматика понимается как встроенное на генетическом уровне знание о языке

Литература

1. https://studexpo.ru/201337/literatura/filosofiya_yazyka_trudah_bekona_dekarta_lokka_leybnitsa
2. https://studopedia.su/20_21637_rechevie-zoni-kori-zona-vernike-i-zona-broka-svyazannie-voloknistim-traktom-t-n-dugoobraznim-puchkom.html
3. http://fb.ru/article/215382/vklad-darvina-v-biologiyu-kratko-kakoy-vklad-v-razvitie-biologii-vnes-charlz-darvin
4. *Никольский А.Е.* Когнитивная конвергентная нейрореабилитационная педагогика XXI века. – М.: Спутник +, 2016, – 580 с.

Курбатова О.А.

СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ОНЛАЙН-ПЕРЕВОДЧИКОВ

Аннотация: *В работе дан семантический анализ особенностей работы онлайн-переводчиков. Машина не способна представить того, что человек-переводчик имеет в своем сознании.*

Ключевые слова: *переводчик, семантика, творчество, программа, онлайн.*

Kurbatova O.A.

SEMANTIC ANALYSIS OF THE FEATURES OF WORKING ONLINE TRANSLATORS

Annotation*: The paper provides a semantic analysis of the features of online translators. The machine is not able to imagine what a human translator has in his mind.*

Keywords: *translator, semantics, creativity, program, online.*

Существующие языки имеют множество различий, что на первый взгляд, кажется, создать понятный связный текст не под силу никому. Но вот прошло совсем немного времени существуют электронные переводчики. Эксперты, отмечают, что наиболее востребованный онлайн-переводчик с английского языка. Воспользоваться этим девайсом можно бесплатно или за определенную плату с учетом объема возможностей электронного переводчика. Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в настоящее время наблюдается активный интерес к переводу иностранных текстов через онлайн-переводчики, так как они не уступают в качестве перевода, бесплатны и не требуют установки. Цель исследовательской работы — семантический анализ особенностей работы онлайн-переводчиков. Задачи исследования: определить являются ли онлайн-переводчики эффективным средством при переводе сонета, классифицировать функциональные возможности онлайн-переводчиков. Объект исследования Сонет №1 Шекспира. Предмет: онлайн-переводчики и их качество.

Онлайн-переводчики — довольно популярное явление в Интернете. Их популярность довольно легко объяснить: люди знакомятся, люди общаются, люди строят бизнес. И все чаще такие взаимосвязи возникают между людьми из совершенно разных стран, с совершенно разными культурами, с совершенно разными языками. Часто на помощь в переписке между иностранцами приходят онлайн переводчики. Этот сервис довольно легко отыскать в интернете, программы часто установлены на наиболее популярных сайтах, иногда выпускаются в виде приложений в социальных сетях и большинство людей, часто общающихся в Интернете, с ними наверняка знакомы. Они основаны на машинном переводе, то есть онлайн переводчик дает перевод текста с одного языка на другой с помощью специальной компьютерной программы. Изначально идея использовать современные технологии для перевода текстов появилась в 1947 году.

Так что — же такое онлайн-переводчик — это электронный словарь, который доступен только при подключении к сети интернет.

Понятие «семантический анализ» достаточно сложный вопрос философской и этической категории исследования. Принято считать, что цена слова напрямую зависит от смысла, который оно в себе несет. В современном русском языке существует такое понятие, как семантика — наука, изучающая смысл слов Слово семантика имеет древнегреческое происхождение, в дословном переводе означает «значительный». Впервые этот термин ис-

пользовал французский филолог Мишель Бреаль. Под этим понятием принято подразумевать науку, что изучает суть текста, смысл слов и предложений, а также отдельные буквы древних алфавитов.

Семантический анализ текста в лингвистике пытается придать смысл большим текстовым фрагментам в результате анализа композиций из меньших смысловых единиц. В лингвистике семантика изучает смысловую нагрузку слов, фраз и предложений на различных уровнях. Также исследует субъекты представления, обозначения и ссылки. Но основная задача семантики состоит в изучении знаков и взаимосвязей между лингвистическими единицами и соединениями омонимов, синонимов, антонимов, метонимии, паронимов.

Переводчик — программа, которая позволяет переводить тексты в режиме онлайн, не скачивая их на компьютер, что позволяет сэкономить много времени. Целью создания этой программы позволить потребителю без знаний иностранного языка, пользоваться иноземным публикациям, размыть и уменьшить влияние языкового барьера.

В каждом из онлайн-переводчиков есть простой интерфейс. Он обычно реализован в следующем порядке: (Copy) — вставить (Paste) — и выбрать (например, Русский — Немецкий). Данная программа работает методом подбора словарей межъязыковой грамматики и этот процесс происходит, когда пользователь отправит запрос на сервер. Обычно использовать эту услугу можно абсолютно бесплатно.

На сегодняшний день технологии машинного перевода не могут обеспечить хорошее качество выполненной работы, это обусловлено тем, что существуют много факторов влияющих на работу программы, например: размер текста, грамматическая конструкция, сложность слов в тексте. Обычно высококачественный перевод выполняется в тексте, где применяется много однозначных терминов, это тексты юридической и научной литературы. Анализ текста переводов сонета № 1 Шекспира приведён в таблице.

Таблица 1

Оригинал сонета № 1	Авторский перевод (пер. Маршака)	Яндекс переводчик	Гугл Переводчик	Превод Студентки 5 курса ФИЯ МГГЭУ Курбатовой О.А
From fairest creatures we desire increase, That thereby beauty's rose might never die, But as the riper should by time decease, His tender heir might bear his memory: But thou, contracted to thine own bright eyes, Feed'st thy light's flame with self-substantial fuel, Making a famine	Мы урожая ждем от лучших лоз, Чтоб красота жила, не увядая. Пусть вянут лепестки созревших роз, Хранит их память роза молодая. А ты, в свою влюбленный красоту, Все лучшие ей отдавая соки, Обилье превращаешь в нищету, - Свой злейший враг, бездушный и жестокий. Ты - украшенье	От всех творений мы потомства, Чтоб Роза красоты не увядала, А как Потрошитель должен ко времени кончать, Его нежный наследник может хранить память о нем: Но ты, суженный к твоим собственным ярким глазам, Накорми пламя света Твоего самодостаточным топливом,	От самых прекрасных существ мы желаем увеличения, То, что, таким образом, роза красоты никогда не умрет, Но по мере того, Его нежный наследник может нести его память: Но ты, спрятавшись на свои яркие глаза, Подавайте пламя вашего света с самодостаточным топливом,	От величайших творений природы мы ждем продолжения рода. А, красота неувядшая роза, никогда не умирала, Оставив наследника после себя Но. Ты самовлюбленный человек. Всем лучшим, ты подкармливаешь розу, Изобилие превращаешь в бедность. Ты сам себе жестокий, злейший враг, Но в тоже время

Продолжение табл. 1

Оригинал сонета № 1	Авторский перевод (пер. Маршака)	Яндекс переводчик	Гугл Переводчик	Превод Студентки 5 курса ФИЯ МГГЭУ Курбатовой О.А
where abundance lies, Thyself thy foe, to thy sweet self too cruel. Thou that art now the world's fresh ornament And only herald to the gaudy spring, Within thine own bud buriest thy content, And, tender churl, mak'st waste in niggarding: Pity the world, or else this glutton be, To eat the world's due, by the grave and thee.	нынешнего дня, Недолговременной весны глашатай, - Грядущее в зачатке хороня, Соединяешь скаредность с растратой. Жалея мир, земле не предавай Грядущих лет прекрасный урожай!	Голод там, где изобилие лежит, Сам себе твой враг, к себе сладкому тоже жестокий. Ты-то теперь новое украшение мира И только глашатай безвкусного источника, В твоих бутон buriest содержимого твоего , И, тендер простолюдин, Мак строительст отходов в niggarding: Пожалейте мир, иначе этот обжора будет, Поесть из-за земли, на могилу и тебя.	Создание голода, где изобилие лежит, Ты сам твой враг, к твоей сладкой самости слишком жесток. Ты, который сейчас является свежим украшением в мире И только вестник к яркой весне, В твоем собственном бутоне, И, нежный шут, макст-расточитель в поносе: Пожалейте мир, иначе эта обжора будет, Поесть в мире, по могиле и тебе.	украшение мира Ранней весны нежданный вестник, В своем бутоне участь сохраня, Соединяя расточительство со скрягой, Жалейте мир ведь время безвозвратно

Как видно из таблицы, Яндекс переводчик и Гугл переводчик не отражают смысла и нарушают ритм характерный данному жанру поэзии, соответсвенно это влияет на восприятие текста реципиентом. Авторский перевод (пер. Маршака) не соответствует критерию адекватности перевода, но выдержан в стиле высокого литературного языка, что однако не отражает реалий современности. Исходя из выше сказанного, признаем с перевод Курбатовой О.А. лучшим. И по итогам исследования приходим к следующему выводу.

Перевод — это творчество, его непросто свести к машинным алгоритмам. Изученные источники литературы дают возможность полного раскрытия исследуемой проблемы так как определены главные термины исследования, выявлены наиболее популярные онлайн-переводчики и отобраны критерии оценки качества перевода, которые отражают функциональные возможности. Человеку помогает объем знаний, способность когнитивного, конвергентного анализа и комбинаторная способность синтезировать оригинальный текст, отражающий истинный смысл переводимого первоисточника. Машина не способна представить того, что человек-переводчик имеет в своем сознании.

Литература

1. *Бархударов Л.С*. Язык и перевод. – М., 1975.
2. *Комиссаров В.*Н. Современное переводоведение. – М.: ЭТС, 2002.

3. *Никольский А.Е.* Когнитивная конвергентная нейрореабилитационная педагогика XXI века. – М.: Спутник +, 2016. – 580 с.
4. Сонет Шекспира №1

Интернет источники

5. https://translate.google.ru/
6. https://translate.yandex.ru/?utm_source=wizard

Бойко Ю.А., «МГГЭУ»

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТЕРМИНОВ ОБЛАСТИ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИНОСТРАННЫХ

Аннотация: *Язык информационных технологий, также как и сами информационные технологии, не стоит на месте, он постоянно развивается, и обогащается новыми терминами и терминологическими выражениями. Рассмотренный нами эмпирический материал демонстрирует чрезвычайную гибкость языка информационных технологий и тот факт, что некоторые термины ещё не включены в специализированные словари, позволяет говорить о малоизученности и перспективности исследования этого пласта лексики.*

Ключевые слова: *высокие технологии, язык, термины, словари, словообразование, перевод.*

Bojko Yu.A., «MGGEU»

THE OPERATION OF THE TERMS HIGH TECHNOLOGY IN FOREIGN

Annotation: *The Language of information technologies, as well as information technologies themselves, does not stand still, it is constantly evolving and enriched with new terms and terminological expressions. The considered empirical material demonstrates the extreme flexibility of the language of information technology and the fact that some terms are not yet included in specialized dictionaries, suggests little-known and promising research of this layer of vocabulary.*

Keywords: *high technologies, language, terms, dictionaries, word formation, translation.*

В настоящий момент роль высоких технологий в нашей повседневной жизни значительно возросла. На современном этапе развития научных технологий именно компьютерная, телекоммуникационная, нанотехнологическая и машиностроительная терминологии более всего повлияли на изменение и пополнение лексики различных языков. Данный факт является последствием инноваций, которые всё глубже внедряются в нашу повседневную жизнь и становятся необходимым её условием. Под инновацией экономико-финансовые словари понимают нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления, основанное на достижениях науки и передовом опыте. Это определение подразумевает, что инновация сама по себе не является открытием или изобретением, а просто переводит таковые в практическую плоскость (в частности, выводит на рынок) [1, с. 22]. Таким образом, каждый язык обогащается новыми терминами, однако большинство из них заимствуют различные технические и информационные названия из английского языка. В данной статье рассмотрены способы образования некоторых технических терминов и их функционирование в современном турецком языке.

Широкую распространённость лексики сферы компьютерных технологий может объяснить тот факт, что в современном обществе компьютерами пользуется большая часть населения и знание, по крайней мере, базовой терминологии в данной сфере стало повседневной необходимостью. Таким образом, круг носителей языка сферы информационных технологий расширяется. Он начинает развиваться, следуя законам общеупотребительного языка, а не профессионального: общеупотребительный язык должен соответствовать общепринятым нормам и характеристикам, что приводит к детерминологизации значительного количества научных терминов и определений [4, с. 137].

Непосредственно с этим связана структурная лингвистика. Её можно определить как совокупность воззрений на язык и методов его исследования, в основе которых лежит пони-

мание языка как знаковой системы с чётко выделенными структурными элементами (единицами языка, их классами и пр.) и стремление к строгому (приближающемуся к точным наукам) описанию языка [5, с. 8].

В турецком языке существует множество терминов, определяющих какие-либо компоненты сферы высоких технологий, и, хотя многие из них являются заимствованными и общеупотребляемыми, их всё же постепенно стараются заменить только турецкими словами, с целью сохранения национального характера и поддержания культуры.

Способы словообразования в области высоких технологий:

1. Калькирование. Образование новых слов путём заимствования структуры или значения лексической единицы. При калькировании «перенимается лишь значение иноязычной единицы и ее структура (принцип ее организации), но не ее материальный экспонент: происходит как бы копирование иноязычной единицы с помощью своего, незаимствованного материала». Например:
   - Smartphone — akıllı telefon (досл. “умный телефон”);
   - Touch screen — dokunma duyarlıı ekran (досл. “экран, чувствительный к касанию”);
   - Calculator — hesap makinesi (досл. “счётная машинка”).
2. Иногда ТДК образовывает новые слова, согласно их функциям. Например:
   - Computer — bilgisayar (досл. “счётчик информации”. Bilgi — информация, Saymak — считать, считывать);
   - Scanner — tarayıcı (досл. “сканирующий прибор”. Taramak — исследовать, обследовать, сканировать).
3. Материальное заимствование, при котором заимствуется материальная форма иноязычного термина. *Транслитерация и транскрипция.* Например:
   - USB, DVD, CD, telefon, modem, video, sistem, widget.

Проблемы при переводе или образовании новых терминов в области высоких технологий:

1. В связи с тем, что Турецкое Лингвистическое общество занимается подбором турецкого эквивалента какому-либо термину на протяжении слишком продолжительного срока, образованный термин не становится употребляемым, так как в речи существуют уже давно устоявшиеся слова. Например:
   - Faks (употр.) — Belge geçer (новый неупотребляемый термин. Досл. “устройство, через которое проходят документы”);
   - E-mail (употр.) — E-mek (новый неупотребляемый термин. Досл. «электронное письмо» от mektup — письмо)
   - Disk (употр.) — Teker (новый неупотребляемый термин).
2. Существуют термины, с переводом которых ТДК также опоздало, но уже в малый промежуток времени. В связи с этим, английские слова употребляются в языке наравне с новообразованными турецкими, то есть признаются оба варианта. Например:
   - scanner (англ.) = tarayıcı (тур.) — сканер;
   - printer (англ.) = yazıcı (тур.) — принтер;
   - klasör (франц.) = dosya (тур.) — папка.
3. Целью Турецкого лингвистического общества является также заменить все старые заимствованные слова, которые находятся в употреблении сотнями лет, на новые. Но лингвисты, как и остальные носители языка не принимают данные изменения. Например:
   - otobüs (употр.) — getirgeç götürgeç (новое. Досл: “средство, которое привозит и увозит”) — автобус;
   - locanta (употр.) — otlangaç (новое. Досл: “место для потребления травы”) — ресторан;

- televizyon (употр.) — almaç (новое. Досл: “принимающее устройство, приёмник”) — телевизор;
- anten (употр.) — duyarga (новое. Досл: “прибор, который постоянно слышит”) — антенна;
- fotoğraf makinesi (употр.) — şekil çeken (новое. Досл: “прибор, запечатляющий форму”) — фотоаппарат [3].

4. Явление полисемии. Происходит, когда ТДК не вовремя разграничивает употребляемые термины и не очищает язык от некоторых слов, в следствии чего образуется излишек. Часто общественность принимает такие слова за разные, по причине недостаточной осведомлённости. Эту проблему также можно назвать проблемой синонимов. Например:
   - Ноутбук — laptop (амер.) = notebook (брит.) = dizüstü bilgisayar (тур. Досл: “портативный компьютер”),
   - Карта памяти — USB (англ.) = flaş bellek (тур. Досл: “флэш-память”) = taşına bilir belek (тур. Досл. “портативная память”).
5. В связи с тем, что Турецкое лингвистическое общество не установило точные правила произношения или написания некоторых терминов, общественность воспринимает их лишь на слух или на взгляд, тем самым интерпретируя их в речь неверным написанием или произношением. Например:
   - Printer — может произноситься как [`принтэр], или же как [`принтыр], а также поразному употребляться при написании (printer, printır, printor),
   - Driver — может произноситься как [`драйвэр], или же как [`дривэр], а также поразному употребляться при написании (driver, drayver),
6. С выборочными лексемами, такими как Web, CD, DVD из-за формальной неосвоенности и невозможности адаптации на турецкий язык, в речи используются многочисленный композиты. Например:
   - web tarayıcısı — веб-браузер;
   - web kamerası — веб-камера;
   - web akışı — веб-канал;
   - web sunucusu — веб-сервер;
   - web sayfası — веб-страница;
   - web sitesi — веб-узел;
   - CD okuyucu — лазерный проигрыватель;
   - DVD yazma — запись DVD-диска;
   - CD sürücüsü — накопитель на лазерных дисках.
7. На данный момент существуют заимствованные термины, перевод которых всё ещё не осуществлен Турецким лингвистическим обществом, поэтому лишь они являются общепринятыми в употребление. Например:
   - Check-in — проверка, осмотр;
   - Offside — офсайд (футбольный термин, указан для примера).
   - konsantrasyon — концентрация;
   - selfi — селфи
   - robot — робот
   - molekül — молекула
   - biyometrik — биометрия
   - detektör— детектор, датчик

Можно ожидать, что вся терминосистема в области высоких технологий, включающая в себя множество подсистем, будет развиваться, следуя той же стандартной схеме: заимствуя сначала все подряд, а потом, постепенно адаптируя иностранные слова или

заменяя их турецкими, что, определенно, потребует новых исследований в данной области.

Язык информационных технологий, также как и сами информационные технологии, не стоит на месте, он постоянно развивается, и обогащается новыми терминами и терминологическими выражениями. Рассмотренный нами эмпирический материал демонстрирует чрезвычайную гибкость языка информационных технологий и тот факт, что некоторые термины ещё не включены в специализированные словари, позволяет говорить о малоизученности и перспективности исследования этого пласта лексики [2. с. 220].

Литература

1. *Никольский А.Е.* Основы высоких технологий: рабочая учебная программа. – М.: МГСГИ, 2009, – 28 с.
2. *Кузнецова Ю.С*. Лексические особенности англоязычных журналов в сфере IT // Молодой ученый. – 2014. – №9. – С. 537–540.
3. Официальный сайт «Türk Dİl Kurumu». [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://www.tdk.org.tr/index.php?option=com_bilimsanat&view=bilimsanat&kategori=terim&hng=md&kelime=al%C4%B1c%C4%B1 (дата обращения 11.11.2016).
4. *Рыбакова А.С*. Диссертация на тему: Структурно-семантические особенности компьютерной терминологии в современном английском языке. – Коломна, 2012.
5. *Никольский А.Е*. Математическая лингвистика и компьютерный перевод: рабочая учебная программа. – М.: МГСГИ, 2009. – 28 с.

Иванова А.С. «МГГЭУ»

ПСИХОАНАЛИТИКА СО СТОРОНЫ АЛХИМИИ ИЛИ СОВМЕСТИМОСТЬ БЕССОЗНАТЕЛЬНОГО И САМОСТИ

Аннотация: *В работе рассматриваются главные аспекты сравнения трактатов алхимии и психоанализа в лекциях Марии – Луизы фон Франц. Наблюдаются закономерности между алхимией и психологией, как между взаимодействиями науки и души, в виде проявления символизма бессознательного или же Самости.*

Ключевые слова: *психология, алхимия, бессознательное, самость, индивид, жизненные преграды, преодоление.*

Ivanova A.S. «MGGEU»

SHRINK FROM ALCHEMY OR COMPATIBILITY OF THE UNCONSCIOUS AND THE SELF

Annotation: *The paper deals with the main aspects of comparing the treatises of alchemy and psychoanalysis in the lectures of Maria Luisa von Franz. There are patterns between alchemy and psychology, as between the interactions of science and the soul, as a manifestation of the symbolism of the unconscious or self.*

Keywords: *psychology, alchemy, unconscious, self, individual, life barriers, overcoming.*

Данная проблема рассматривается в комплексе лекций Марии-Луизы фон Франц, которая продолжила исследования Карла Юнга «Психология и алхимия» в виде символического анализа трактатов в греческой, арабской и восходящей культуре. А также повествует о вопросах материи и духа, науки и религии, реальности и проекции.

Разбирая книгу на элементы, мы можем выделить во введении главное понятие «бессознательное», которое представлено как понятие неясное для сознания и включающей в себя совокупность различных элементов. Возьмем также определение Карла Юнга, где бессознательное рассматривается как совокупность психических процессов и явлений, не входящих в сферу сознания субъекта (человека), то есть в отношении которых отсутствует контроль сознания. Юнг и Франц оба считали, что бессознательное проявляется в форме внутреннего «голоса», сна, галлюцинаций и т.д.

Алхимия же рассматривалась человечеством как символизм направленный на создание материи, которая затем проецировалась в бессознательном. Алхимики уделяли свое внимание двум аспектам: психическим и материи. Однако, до сих пор, не известно каким образом описание бессознательного соотносятся с материей, это противоречие приводит к конфликту между внутренним и внешним. Это стало в дальнейшем толчком к развитию алхимии, как вечного поиска тайного знания.

Рассмотрим главные аспекты сравнения трактатов алхимии и психоанализа в лекциях Марии-Луизы фон Франц. Первоначально алхимия зародилась от богини Изиды, которая хитростью добилась от ангела знания о преобразовании материи и затем передала эти знания своему сыну через письмо, который, по её словам, являлся: «ты — это я, я — это ты». При трактовке данного текста доктор фон Франц выявила, что именно Изида стала олицетворением все богов мужского пола, что является символическим переносом отожествление женского начала (материи) как нового архетипа, создание материнского архетипа. Также в трактате проявляется связь между инстинктом и архетипом на спектральном уровне: инстинкт — архетип (физиологический импульс переходит в психологический), где под архетипом понимается универсальные базовые врождённые психические структуры, со-

ставляющие содержание коллективного бессознательного, распознаваемые в нашем опыте и являемые, как правило, в образах и мотивах сновидений.

Рассматривая трактат Олимпиодора, мы видим закономерности между алхимией и психологией, где обе эти структуры должны приблизиться к идее конъюнкции — соединение противоположностей, т.е. с психологической точки зрения необходимо погрузиться в состояние рефлексии, чтобы установить, что является источником сознательных процессов. В процессе бессознательного также включается метод активного воображение, которое в алхимии имело важное значение. Благодаря нему алхимики в процессе химического эксперимента, придавали мистическое значение процессу, это показывает, что элементы фантазии доминировали над рациональным началом.

Следом Франц выделила понятие «Самость» как совокупность способную на проекцию. Самость в понятии алхимии и психологии есть некий центральный архетип, куда стремиться развитие (алхимия — создание философского камня, психология — ядро индивида (соединение сознательного и бессознательного в единстве). Все остальные архетипы взаимосвязаны и взаимообусловлены с Самостью. Осознание единства означает что архетипы делятся своей энергией с одним архетипом. Процесс индивидуальности приводит к самобытному творчеству, который автор сопоставляет с реакции Самости, которая обладает уникальной способностью к творчеству. Также эмоциональный фон индивида тесно связан с Самостью, которая олицетворяет духовную жизнь, отъединение от Самости означает духовную смерть. Если человек пребывает в гармони с Самостью, он испытывает чувство счастья и умиротворения. Однако если вы совершили погрешение, но субъективно чувствуете радость и эмоциональный подъем, то вы должны хотя бы нести ответственность, это и есть принцип единение между сознательным и бессознательным.

Рассмотрение конъекции, как процесса способствующего проявлению единства Самости, показывает, что сближение сознательной и бессознательной личности может разворачиваться в двух направлениях: либо бессознательное поглощает сознание, либо сознание уничтожает бессознательное и возникает сознательная инфляция. Однако, если индивиду удается достичь единства, то эти противоположности взаимно дополняют друг друга.

Еще один фактор влияющий на Самость или есть его производственное есть инстинкт истины. Самость потоком проходит через него и он производит нужные на данный момент реакцию психического (бессознательного). Самость способна произвести такую трансформацию если она непосредственно воздействует на личность.

Следом рассматривается проекция, т.е. переложение (expulsion) субъективного внутреннего содержания (события) во внешний объект, который нередко происходит в психоанализе пациентов и рассматривается в трактате «Восходящая Аврора». Устранение проекции представляется в алхимии как процесс белезны, т.е. абсолютного очищения. Однако в психологии этот процесс длителен и тяжелый и предполагает процесс внутреннего развития и осознания. Когда проекция действительно устранена человек обретает способность объективно рассматривать события.

При должном изучении, мы можем наблюдать закономерности между алхимией и психологией, как между взаимодействиями науки и души, в виде проявления символизма бессознательного или же Самости, которая олицетворяет единение солнца и луны (сознательного и бессознательного) в процессе конъюгенции. При наличии внутренней связи с Самостью индивид способен постигать или проникать сквозь любые жизненные преграды.

Литература

1. Франц Мария-Луиза фон. Алхимия. (Введение в символизм и психологию) / перевод с англ. Ю.М. Донца под общей ред. В.В. Зеленского. – СПб.: Б.С.К., 1997. – 291 с.

Бюрчиева Б.Н.,
Калмыцкий филиал ФГБОУИ ВО
«МГГЭУ»

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СОЦИАЛЬНО РЕАБИЛИТАЦИИ И АДАПТАЦИИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Аннотация: *Рассмотрено обеспечение успешной социальной адаптации и реабилитации студентов с ОВЗ в условиях личностно ориентированного образовательного процесса, предполагающего организацию взаимодействия студентов и педагогов, при которой создаются оптимальные условия для развития у субъектов обучения способности к самообразованию, самостоятельности и реализации себя.*

Ключевые слова: *личность, развитие, реабилитация, ориентация, адаптация, самообразование, мотивация, диагностика, коллектив, традиции.*

Burchieva B.N., Kalmyk branch of FGBOU IN «MGGEU»

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS OF SOCIAL REHABILITATION AND ADAPTATION OF PEOPLE WITH RESTRICTED HEALTH OPPORTUNITIES

Annotation: *Consideration was given to ensuring successful social adaptation and rehabilitation of students with disabilities in terms of a person-centered educational process, involving the organization of interaction between students and teachers, in which optimal conditions are created for the development of learning abilities for self-education, autonomy and self-realization.*

Keywords*: personality, development, rehabilitation, orientation, adaptation, self-education, motivation,*

Получение профессионального образования часто рассматривается инвалидами и людьми с ограниченными возможностями здоровья лишь как способ развития личности, среда общения, а не как подготовка к активной жизнедеятельности в качестве самостоятельного члена общества с равными правами и обязанностями. Зачастую они недооценивают свои возможности. Эту неконструктивную установку необходимо преодолевать, поскольку проблема инвалидности у студентов и лиц с ОВЗ не несет в себе только чисто медицинский аспект, она больше связана с социальной проблемой неравных возможностей. Естественно, что для этого необходимо создание специальных условий как в процессе получения профессионального образования (начиная с выбора профессии), так и на рабочих местах. Таким образом, социальная реабилитация и адаптация людей с ограниченными возможностями здоровья юношеского возраста должна стать одним из значимых направлений деятельности профессиональных образовательных учреждений, что и происходит в нашем учебном заведении.

Студентам с ограниченными возможностями здоровья в филиале создаются определенные условия для реабилитации и адаптации. Реабилитация инвалидов - это система мер по обеспечению им равных прав на участие в общественной жизни, которая закреплена законодательно и реализуется путем создания инфраструктуры, позволяющей снять барьеры между инвалидом и обществом [2]. Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья облегчает развитие телекоммуникации и баз информации в сети Интернет. В филиале имеется опыт электронного обучения для инвалидов.

Проблеме адаптации студентов к обучению в учебном заведении посвящены многочисленные исследования. Мы придерживаемся позиции таких ученых, как Л.К. Гришанов и В.Д. Цукерман [4], которые под адаптацией понимают метод, способ, каким осуществляется социализация, развитие личности и ее воспитание.

Приспособление инвалидов и людей с ограниченными возможностями здоровья к новым условиям требует много сил и времени, из-за чего возникают существенные трудности в деятельности и результатах обучения в среднем профессиональном учебном заведении. Необходимым условием успешной деятельности людей с ограниченными возможностями здоровья является их адаптация к учебному процессу. Процесс адаптации, несомненно, ускоряется, если с ними предварительно проводится определенная работа. В связи с этим преподавателями КФ МГГЭУ разработана и успешно реализуется «Программа адаптации студентов первого года обучения», направленная на создание атмосферы психологической комфортности, разработку механизма социальной защиты интересов и прав студентов, в том числе и людей с ОВЗ. При этом особое внимание уделяется студентам-сиротам и инвалидам.

Важнейшей задачей администрации, преподавателей и сотрудников филиала является комплексная поддержка людей с ограниченными возможностями здоровья в период адаптации. От того, насколько благополучно проходит этот процесс, зависят дальнейшие жизненные успехи студентов. Основная роль в изучении индивидуальных особенностей людей с ограниченными возможностями здоровья принадлежит классным руководителям групп, которые активно сотрудничают с преподавателями-предметниками и совместно со студенческим советом особое внимание уделяют вопросам включения студентов в учебную и общественную деятельность. С первого дня ведется работа по получению информации об особенностях личности студентов, трудностях, препятствующих их успешной адаптации к новым условиям обучения и мотивации учебной деятельности. Для этого в октябре, феврале и июне проводятся педагогические консилиумы, на которых преподаватели корректируют свою образовательную политику, ориентируя ее на индивидуальные особенности и уровень подготовленности людей с ограниченными возможностями здоровья. Педагогический консилиум — это один из методов работы, который прочно прижился в нашем коллективе.

Обязательным условием педагогических консилиумов является совместная работа членов консилиума с медицинской сестрой, которая информирует о состоянии здоровья студентов, дает рекомендации по режиму жизнедеятельности студента и обеспечивает направление на консультацию к медицинскому специалисту (по рекомендации консилиума либо по мере необходимости). Необходимо отметить, что на педагогических консилиумах основное внимание уделяется «трудным» студентам, студентам с ослабленным здоровьем, а также испытывающим затруднения в учебной деятельности, так называемым «нераскрывшимся» студентам и детям-сиротам. По нашим наблюдениям, людям с ограниченными возможностями здоровья не достает определенных навыков и умений, которые необходимы в СПО для успешного овладения программой. Проходит немало времени, прежде чем студент приспособится к условиям обучения. В процессе обучения студенты с ограниченными возможностями здоровья испытывают многочисленные физические, психологические, социальные и нравственно-волевые трудности. Наличие физических недостатков и ограничений, недооценка себя как личности, интересной для окружающих людей и способной успешно обучаться, непонимание реальных перспектив трудоустройства затрудняют включение молодых людей в учебную деятельность. Таким студентам необходимо проявлять силу духа, регулярно прилагать усилия воли, чтобы преодолевать свои физические и психические ограничения, а также компенсировать пробелы в знаниях и умениях, возникающие вследствие длительных перерывов в обучении из-за необходимости лечения.

Надо признаться, в наше учебное заведение приходят далеко не самые сильные учащиеся. Зачастую это дети, обделенные вниманием учителей, так как они не выдали «результата», менее способные, но чаще всего — с ослабленным здоровьем и рядом психологических проблем, главные из которых — затруднение в общении, неуверенность в своих силах, отсутствие привычки заниматься систематически. Таковы наши студенты — других у нас нет, но мы хотим и готовы работать с ними результативно.

Особенно важен каждый день первой недели адаптации. Поэтому в эти дни стало традицией проводить встречи с представителями администрации, во время которых первокурсников знакомят с особенностями организации учебно-воспитательного процесса в филиале.

В целях выявления уровня обученности студентов с ОВЗ, использования адекватных форм и методов дальнейшего обучения и повышения мотивации к обучению проводится входная, промежуточная, итоговая диагностика по общеобразовательным дисциплинам в течение года, что позволяет выявить пробелы школьной базовой подготовки, а также определить каким разделам учебной программы следует уделить больше внимания на занятиях с конкретной студенческой группой, наметить пути устранения выявленных пробелов в знаниях студентов с ОВЗ. С первых дней учебы классными руководителями групп первого года обучения проводится большая работа по регулированию межличностных взаимоотношений студентов с ОВЗ, сплочению коллектива, воспитанию культуры поведения.

В целях сплочения коллектива, ознакомления студентов с традициями и обычаями, историей жизни калмыцкого народа, учитывая пожелания и интересы студентов, классными руководителями проводятся экскурсии по достопримечательностям столицы республики. Наиболее интересным для студентов является классный час «Расскажи мне о себе» в форме чаепития, во время которого они получают возможность познакомиться в первые дни пребывания в филиале со своей группой и классным руководителем в неформальной обстановке. В целях формирования и развития профессионально важных качеств будущего специалиста, актуализации у студентов с ОВЗ положительной мотивации учебной деятельности в филиале запланированы встречи с социальными партнерами, во время которых студенты имеют возможность ближе познакомиться со своей будущей профессией. Адаптивная ситуация вызвана новизной самой деятельности и условий, в которых она протекает. Приспосабливаться приходится не только к учебной деятельности, к ближайшему социальному окружению, но и к новым условиям быта, особенно для тех студентов с ОВЗ, которые приехали в город из сельской местности. В период адаптации необходимо помнить, что студенты с ОВЗ, проживающие в общежитии, нуждаются в особом внимании, что связано в первую очередь с переменой места жительства, отрыва от родителей, от ранее установленных социальных связей. Учитывая отсутствие привычных комфортных условий быта и труда, сотрудники общежития помогают студентам-первокурсникам с ОВЗ правильно организовать распорядок дня, особое внимание уделяет их самоподготовке.

Классному руководителю никак нельзя обойтись без помощи родителей, их поддержки. Начиная работать со студентами с ОВЗ, каждый классный руководитель максимально изучает семейную ситуацию, чтобы понять уклад жизни семьи каждого студента, традиции, обычаи, духовные ценности, стиль взаимоотношений родителей и детей, что необходимо для планирования воспитательной работы в группе с максимальной эффективностью. Можно отметить, что вся учебная и внеучебная деятельность, проводимая в филиале, направлена на способствование успешной адаптации первокурсников. Дух соперничества и желание победить позволяет развить у студентов с ОВЗ такие черты, как сплоченность, активность, уверенность и целеустремленность. Развитие творческого потенциала студентов с ОВЗ заключается в привлечении их к участию в культурно-творческих мероприятиях. Но при этом единство требований всего педагогического коллектива является актуальным на сегодняшний день. Для успешной адаптации необходимым является проявление активной позиции,

которая должна быть не только у студента, но и у преподавателя, классного руководителя, то есть это должна быть совместная деятельность участников образовательного процесса. В целях оценки степени адаптированности студентов с ОВЗ проводится ежегодное анкетирование, результаты которого позволяют сделать вывод о том, устраивает ли их система требований педагогического коллектива к учебной дисциплине, культуре поведения, взаимоотношения студентов и преподавателей, студентов друг с другом в соответствии с Правилами внутреннего распорядка, организация индивидуального подхода. По нашим наблюдениям, этим студентам очень комфортно в нашем учебном заведении, у многих появились здесь друзья, их тепло воспринимают классные руководители, преподаватели и однокурсники, несмотря на наличие сложных диагнозов.

Таким образом, обеспечение успешной социальной адаптации и реабилитации студентов с ОВЗ достигается в условиях личностноориентированного образовательного процесса, предполагающего такую организацию взаимодействия студентов и педагогов, при которой создаются оптимальные условия для развития у субъектов обучения способности к самообразованию, самостоятельности и реализации себя.

Литература

1. *Гришанов Л.К.* Социальные проблемы адаптации студентов младших курсов // Психолого-педагогические аспекты адаптации студентов к учебному процессу: сборник научных трудов. – Кишинев: Штиница, 1990. – С. 4–8.
2. *Нестерова Г.Ф.* Социальная работа с пожилыми и инвалидами/Г.Ф. Нестерова, С.С. Лебедева, С.В. Васильев. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 288 с.

Косенков А.А. «МГГЭУ» (e-mail: kosen_2013@mail.ru)

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ РЕКРУТИНГА ПЕРСОНАЛА

Аннотация: *Целью данной работы является создание экспертной системы рекрутинга персонала, основанной на основе механизме нечеткой логики. В качестве одного из критериев предполагается возможность подбора соответствующих условий для работников с инвалидностью. В данной статье рассмотрена и описана модель, спроектированной реляционной базы данных для системы рекрутинга персонала, а также приведены примеры данных необходимых для работы с этой реляционной базой данных.*

Ключевые слова: *экспертная система рекрутинга, нечеткая логика, база данных.*

Kosenkov A.A. «MGGEU»

THE DEVELOPMENT OF DATA BASE FOR STAFF RECRUITING EXPERT SYSTEM

Annotation: *The purpose of this work is to create an expert recruiting information system based on the fuzzy logic mechanism. The possibility of selecting appropriate conditions for persons with disabilities is assumed as one of the criteria. This article describes the model of the database for the recruitment system.*

Key words*: human Resources Management System, fuzzy logic, data base.*

Экспертные системы (ЭС), наиболее типичная реализация искусственного интеллекта, используются в различных областях, в том числе и в области подбора персонала.

Системы подбора персонала (HRMS) и системы управления персоналом (HRIS) относятся к классу систем, находящихся на стыке двух стремительно развивающихся технологий: информационно-компьютерной и технологии управления человеческими ресурсами [1].

Экспертные системы создаются для решения практических задач в узкоспециализированных областях, где большую роль играют знания специалистов. Эти системы в отличие от других систем искусственного интеллекта, не предназначены для решения каких-то универсальных задач, как например нейронные сети или генетические алгоритмы. Экспертные системы предназначены для качественного решения задач в определенной области.

Функции специалистом по подбору персонала (HR-менеджеров) включают в себя работу с большими объемами данных о соискателях: квалификация, способности, достижения, личные характеристики и т.д. Системы HR менеджмента призваны автоматизировать данный процесс. Разрабатываемая экспертная система рекрутинга (ЭСР) специалистов призвана решить указанную проблему подбора персонала на основе механизма нечеткой логики. Экспертная система основывается на семантическом анализе базы знаний сформированной по результатам тестирования и анализа резюме и характеристик претендентов.

В экспертной системе предусмотрена возможность работы с претендентами с ограниченными возможностями здоровья. В соответствии с законодательством РФ работодателю вменяется в обязанность принятие на работу соискателей с ограниченными возможностями, а также работодатель обязан соответствующим образом оборудовать рабочие места, приспособленные для определенной категории инвалидов (ст. 22).

Экспертной системой будут рассматриваться следующие критерии оценки соискателей: дисциплина, качество выполняемых работ, объем выполняемых работ, профессиональные знания, умение контролировать эмоции, умение решать сложные ситуации, коммуникативность. Предполагается включение в данную систему критерия наличия инвалидности у со-

искателя и соответствующих требований к организации рабочего места сотрудника с инвалидностью в соответствии со стандартами.

Разрабатываемая экспертная система строится по принципу клиент-серверного приложения и предполагает два варианта доступа. Основными элементами системы являются:

- интерфейс пользователя;
- база данных;
- база знаний.

В данной статье хотелось бы более подробно обсудить базу данных будущей системы рекрутинга персонала.

Предполагается применение реляционной базы данных и она будет содержать следующие таблицы:

Таблица 1. **Описание таблиц базы данных**

Имя таблицы	Описание
Соискатель	Таблица, хранящая сведения об первичных данных соискателя.
Специализация	Таблица, хранящая данные о предлагаемых вакансиях.
Критерии	Таблица, хранящая сведенья о логике тестирования
Аккаунт	Таблица, хранящая информацию о аккаунтах HR менеджеров.

Схема базы данных представлена на *рис. 1*.

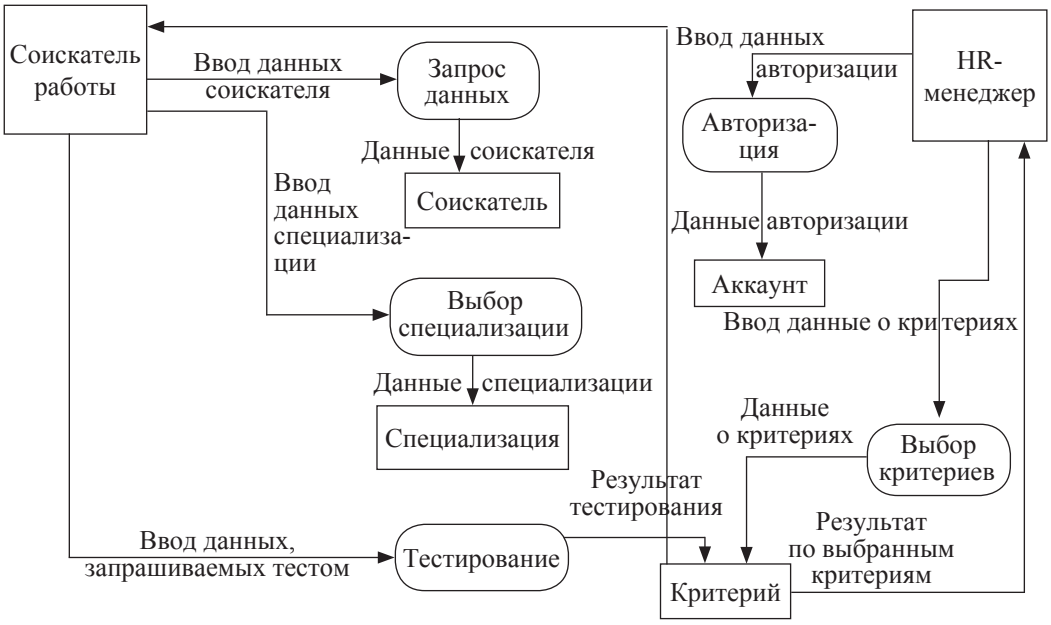


Рис. 1. Схема базы данных

Данная система подразумевает возможность двух разных типов доступа в нее. Один тип доступа «для соискателя», а другой «для HRменеджера». При этом соискатель будет иметь возможность проходить тестирование и получать обратную связь от системы, а HR-менеджер будет иметь возможность, зайдя под своим аккаунтом, просматривать результаты уже пройденных тестирований, сортировать их и делать выборку по необходимым критериям.

При доступе «для соискателя» таблица базы данных «Соискатель» будет запрашивать следующие первичные данные:

- Ф.И.О.
- Пол
- Возраст
- Вуз
- Наличие ОВЗ

Далее система предложит выбрать одну из предложенных вакансий, которые хранятся в таблице базы данных «Специализация».

Следующим этапом система запускает тестирование по выбранной вакансии и на основе ответов на вопросы теста система делает выводы по модели Мамдани. В свою очередь правила Мамдани хранятся в таблице «Критерии» в виде нечетких запросов.

Литература

1. Ciprian-Octavian Truica, Adriana Barnoschi. Expert System for Recruiting IT Specialists – ESRIT. Journal of Software & Systems Development Vol. 2015 (2015), DOI: 10.5171/2015.762987,
2. ФЗ «О социальной защите инвалидов в РФ» от 29.12.2015 №399-ФЗ.

Труб Н.В., Нуцубидзе Д.В. «МГГЭУ»
(e-mail: ntrub73@mail.ru).

КОНЦЕПЦИЯ КОНТЕКСТНО-ОБУЧАЮЩЕЙ ИГРЫ ДЛЯ ЛИЦ С ДЦП

Аннотация: *В работе представлена образовательная игра под Android, предназначенная для детей с ДЦП и ситуационно имитирующую обучение в классе, ее цели, эффективность и ограничения. Обсуждается общая концепция беспроводных сенсорных сетей (WSN) и IoT для детей-инвалидов.*

Ключевые слова: *интернет вещей, ДЦП, беспроводная сенсорная сеть.*

TRUB N.V., NUTSUBIDZE D.V. «MGGEU»

THE CONCEPT OF CONTEXT-LEARNING GAMES FOR PERSONS WITH CEREBRAL PALSY

Annotation: *The paper presents an educational game for Android, designed for children with cerebral palsy and situationally simulating classroom learning, its goals, effectiveness and limitations. The General concept of wireless sensor networks (WSN) and IoT for children with disabilities is discussed.*

Keywords: *internet of things, cerebral palsy, wireless sensor network.*

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) около 15% населения планеты, включая детей, живут с ограниченными физическими возможностями, как-то по зрению, слуху или заболеваниям опорно-двигательного аппарата [7]. Такие люди часто являются зависимыми от других в повседневных делах. Сервисы, позволяющие снизить эту зависимость, ограниченны. Поэтому инвалиды не могут полноценно интегрироваться в общественную жизнь.

Технология IoT в силу невысокой стоимости программного обеспечения является достаточно демократичной и доступной широким слоям населения. IoT-приложения представляют особый интерес для инвалидов, т.к. их цель - помочь этим людям стать более независимыми, а зачастую помочь не только им, но и тем, кто за ними ухаживает.

Интернет вещей или IoT рассматривается специалистами как технологическая революция в мире информационных технологий. В [2] утверждается, что объекты окружающего мира идентифицируются как часть Интернета, именно с этой точки зрения обладают какой-то собственной информацией и доступны через сеть, что коренным образом влияет на нашу профессиональную, личную и общественную жизнь.

В соответствии с [4], IoT предоставляет альтернативную форму взаимодействия между человеком и вещами. Но несмотря на различные определения IoT, в его основе некоторые базовые ассоциации, которыми оперируют всегда, когда пытаются найти для IoT новое полезное применение. IoT близок к технологиям связи и распознавания, таким как радиочастотная идентификация (Radio-Frequency Identification), беспроводные сенсорные сети, актуаторы, мобильные телефоны, QR-коды, близко отстоящие коммуникации (Near Field Communication) и другие. Взаимодействия между «вещами» происходят посредством адресных схем широкого назначения. Особенно полезное применение IoT находит в реализации тех возможностей, которые мы привыкли называть «умный дом» и «умный город». Примером является проект USEFIL — незаметное умное окружение для независимой жизни (Unobtrusive Smart Environments for Independent Living) [12], цель которого — создание недорогих упрощенных систем и сервисов для людей преклонного возраста. Можно также

выделить европейский проект OpenIOT, направленный на упрощение использования сенсоров не только в «умном городе», но и в промышленности и сельском хозяйстве [10]. Проект Commodity 12 нацелен на разработку системы с искусственным интеллектом для анализа составных медицинских данных, позволяющей извлечь информацию, необходимую для назначения пациенту наиболее эффективного лечения.

Беспроводные сенсорные сети или WSN имеет ряд отличий от традиционных компьютерных сетей. Обычно WSN состоит из множества узлов, распределенных по региону для выполнения различных измерений, например, сейсмических в вулкано опасной местности. Собранные данные пересылаются на главный сервер для обработки и анализа. Узлы имеют ограниченные запасы энергии, поскольку находятся в труднодоступных местах. Они должны иметь механизм автономной настройки и адаптации к потере других узлов (из-за поломок оборудования или исчерпания источника энергии) и появлению новых узлов. В WSN каждый узел оборудуется некоторым количеством датчиков, например, температуры, давления, влажности, света, звука. Подходящая комбинация датчиков позволяет использовать WSN во многих отраслях, таких как [3]:

- сельское хозяйство, для расчета оптимального количества удобрений во избежание их дефицита или перерасхода;
- военное дело. Магнитные и вибрационные датчики могут отслеживать передвижения частей противника в районе боевых действий, облегчая военачальнику принятие решений;
- медицина. Мониторинг жизненных показателей пациента, например, сердечной деятельности, определение наличия вредных для пациента веществ.

Интернет вещей или IoT делает более комфортной жизнь любого человека, но может особенно помочь людям с особыми потребностями. Существует множество проектов, где архитектура IoT спроектирована в целях помощи инвалидам. В качестве примера можно привести [1]. В этой работе рассмотрена трехуровневая архитектура. Первый уровень можно назвать уровнем восприятия. На этом уровне происходит идентификация объектов и сбор информации, воспринимаемой через органы чувств в контексте окружения инвалида. Информация аккумулируется в планшетах, смартфонах, PC, актуаторах и других устройствах. Второй уровень — сетевой, и его предназначение — обмен информацией, собранной на уровне восприятия. Этот уровень оперирует такими понятиями как Wi-Fi и Интернет. Третий уровень — уровень приложения, алгоритмических решений и прикладной логики, использующий технологии IoT для различных видов помощи инвалидам.

В масштабах Евросоюза развивается проект IOT-i [5] с другим вариантом архитектуры. Проект нацелен на создание единой системы объектов, охваченных IoT. В частности, этот проект пытается избежать фрагментация IoT, разделяющих объекты на группы в рамках отдельных приложений. Одним из первых IoT-проектов в мировом масштабе был SENSEI FP7, главной чертой его архитектуры была интеграция сенсорных сетей и беспроводных актуаторов. Проект FI-WARE предназначен для разработчиков, его цель — создание общей архитектуры IoT-приложений и открытого программного интерфейса (API) к ней.

Приложение и общая архитектура. Проектируемое Android-приложение является обучающей игрой, предназначенной для детей с ДЦП и предназначена для мобильных устройств с операционной системой Android. Настройка приложения выполняется преподавателем. Она включает установление связи с многопоточным сервером и задание набора вопросов, которые будут предложены обучаемому в ходе игры. После завершения настройки, ребенок может изучать животный мир (набор видов животных определяется при настройке) и когда сочтет нужным начать выполнение упражнений посредством Quiz-системы.

Для контроля действий обучаемого преподаватель или родитель имеет удаленный вход в подсистему Tutor Systems. Посредством ее он выполняет системное администрирование

приложения и его ресурсов, чтобы ребенок получал упражнения, соответствующие его учебной программе.

На *рис. 1* (смотри ниже) изображена общая архитектура проекта. Она состоит из Android- и Tutor-приложения, обслуживаемых серверами и сенсорными узлами. Опишем каждый из модулей.

Многопоточный TCP-сервер обеспечивает все действия игры, включая вопросы. Он также принимает и обрабатывает ответы, которые ребенок дает в упражнениях, обновляет данные в базе данных и сообщает UDP-серверу, какое действие должен выполнить сенсорный узел-игрушка. После получения запроса от TCP-сервера, UDP-сервер ретранслирует его через свой последовательный порт узлу-диспетчеру, который в свою очередь посредством беспроводной технологии управляет узлами-игрушками. Узлы-игрушки непосредственно реагируют своими действиями на ответ ребенка.

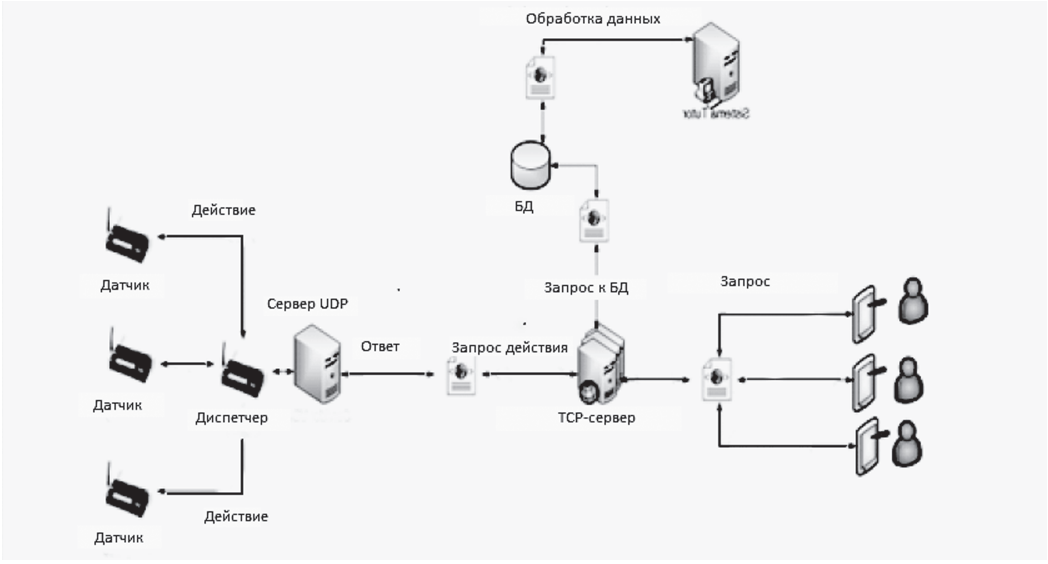


Рис. 1. Общая архитектура обучающей системы

В конечном итоге, после получения сообщения узел-игрушка может, например, зажечь зеленый свет, если ответ верный, и красный — в противном случае.

Используемые технологии. Для разработки Android приложения используется язык Java. Датчики MicaZ имеют небольшое энергопотребление и работают с WSN в частотном диапазоне от 2.4 GHz до 868 MHz [9]. Передача данных происходит на скорости 250 Кб/с. Узел-диспетчер MicaZ соединен с Linux-сервером с операционной системой Ubuntu, получает информацию от Android-приложения через последовательный порт и передает команды узлу-датчику. Для хранения данных игры используется СУБД MySQL 5.5.29. Эта СУБД обладает хорошей производительностью, стабильна, не требовательна к «железу», и самое главное — имеет открытый исходный код (open-source).

Многопоточный сервер. Сервер предназначен для контроля действий и намерений ребенка во время работы с Android-приложением. Он взаимодействует с приложением через сокет и реагирует на все потребности ребенка, как-то, проверяет правильность ответов, формирует набор вопросов, персонализированный для данного ребенка, сохраняет данные по действиям ребенка в базе данных. Сервер может управлять играми нескольких детей

одновременно. Для взаимодействия приложения с сервером разработан специальный протокол. Согласно ему первое сообщение от приложения устанавливает сокет-соединение с сервером. Затем преподаватель отправляет на сервер идентификационный код обучаемого. Сервер проверяет правильность кода и отправляет приложению набор сценариев игры, ассоциируемых с данным ребенком.

Преподаватель выбирает сценарий для ребенка на текущую игру. Получив информацию о выбранном сценарии, сервер отправляет приложению всю информацию, необходимую для начала игры, в частности, список вопросов. Ответ ребенка на каждый вопрос приложение пересылает серверу. Сервер проверяет правильность ответа и возвращает приложению обновленный рейтинг ребенка и — для сравнения — рейтинги еще двух детей, работающих по этому сценарию, если таковые имеются. Это повторяется вплоть до ответа ребенка на последний вопрос.

UDP-сервер также взаимодействуют с клиентами через сокет, используя различные протоколы обмена данными. Выбор UDP-протокола вместо TCP для взаимодействия между серверами объясняется большим удобством UDP для потока данных в реальном времени, и поэтому — для контроля причинно-следственной связи между событиями в системе. UDP-сервер на основании сообщения от многопоточного сервера о правильности ответа ребенка формирует сообщение, предписывающее узлу-датчику зажечь зеленый или красный свет. Он упаковывает это сообщение с помощью библиотеки TinyOS, предоставляющей java-интерфейс на уровне приложения, и пересылает его через последовательный порт узлу-диспетчеру. В качестве узлов-датчиков и узла-диспетчера используются устройства MicaZ. Диспетчер пересылает сообщения программному обеспечению игры. Датчики обеспечивают визуальный интерфейс с ребенком во время игры. Сначала диспетчер получает через последовательный порт сообщение от UDP-сервера, читает его и идентифицирует узел-датчик, к которому относится это сообщение. Таким образом, каждый играющий может общаться со своим узлом-датчиком, который может выполнен в форме животного-игрушки и по виду отличаться от остальных. Сообщение пакуется в структуру следующего вида:

```
typedef nx_struct BlinkToRadioMsg {
  nx_uint16_t nodeid;
  nx_uint16_t counter;
} BlinkToRadioMsg;
```

Первое поле структуры определяет узел-датчик, второе — содержание сообщения. Для заполнения второго поля проверяется, какое действие потребовал совершить UDP-сервер, затем оно представляется двухбайтным целым числом — 0x01 для включения красного цвета и 0x02 для включения зеленого. Когда оба поля заполнены, сообщения пересылается в датчик.

Выводы и оценки. Для большего вовлечения ребенка в игру узел-датчик должен использовать также и звуковую обратную связь и уметь передвигаться. Звуковой и анимационный эффекты придали бы игры больше выразительности и интерактивности. Ребенку с нарушениями моторики, кроме того, нужно предоставить элементы облегченного доступа к работе с приложением, такие как всевозможные переключатели и особая клавиатура. Архитектура предполагает возможность коллективной игры. Эта особенность не преследует соревновательной цели, т.к. каждый ребенок имеет свои затруднения. Целью является повышение социализации больных детей.

Приложение находится в контексте технологии Интернета вещей, т.к. основой его функционирования является взаимодействие игрушек-датчиков с программным обеспечением

на платформе Android. Дальнейшее развитие приложения ожидается в направлении расширения видов такого взаимодействия. Уже упоминались звук и анимация. Очень важно также расширение управляемости системы преподавателем — возможность формирования и загрузки им в базу данных игры новых вопросов, изображений и звуков. И, конечно же, одна из главных целей — облегчение взаимодействия детей с приложением, т.к. прикосновения к экрану для больного ДЦП не всегда является наилучшим способом такового.

Литература

1. *Domingo M.C*. An overview of theInternet of Things for people. – Journal of Network and Computer Applications. – vol. 35, 2012. – p. 584–596.
2. *Eksteen J., Coetzee L*. The Internet of Things-Promise for the Future». – In Proceeding of the IST-Africa Conference, 2011, p. 1–9.
3. *Mohammad Ilyas I.M*. Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems. – CRC Press, 2004.
4. *Tan W.N*. Future internet: the internet of things. – International conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE'10), Chengdu, 2010.
5. interop-vlab.eu/iot-i
6. specialbank.ru/2016/12/23/stats_world
7. www.assistiveware.com/products/proloquo2go
8. www.openiot.eu/
9. www.tobii.com/group/news-media/press-releases/tobii-adds-android-to-the-aac-industrys-leading-multi-platform-vocabulary-app/
10. www.usefil.eu
11. *Труб Н.В., Нуцубидзе Д.В*. Беспроводная передача данных через тело человека как технология помощи людям с ограниченными возможностями // В сборнике: Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2017): II Всерос. конф. (г. Москва, 15 декабря, 2017 г.) – М.: МГГЭУ, 2018. – С. 91–93.

Еникеев И.Х. «МПУ»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация: *Приведена классификация основных методов решения систем алгебраических уравнений. Определен критерий, позволяющий производить оценку эффективности существующих методов решения систем линейных уравнений. Показана возможность применения некоторых методов решения систем линейных алгебраических уравнений для решения и исследования определенных классов многопараметрических нелинейных систем.*

Ключевые слова: *критерий эффективности, метод Гаусса, матрица Жордана, схема Крамера.*

Enikeev I.Ch. «MPU»

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR SOLVING MULTIPARAMETER ALGEBRAIC SISTEMS

Annotation: *A classification of the basic methods for solving sistems of algebraic equations is given. A criterion for evaluating the effectiveness of existing methods for solving linear equations is established and the dependence of the corresponding sistem on the order of a given sistem of algebraic equations is established. The possibility of applying some methods for solving sistems of linear equations for solving and investigating certain classes of multiparameter sistems is shown.*

Keywords: *criteria for the efficiency, the order of the sistem, the Gauss method, the Jordan matrix, the Cramer scheme.*

Введение

Моделирование реальных процессов в различных областях деятельности приводит к необходимости решения как систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), так и систем нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ). Для решения СЛАУ существует несколько способов: метод Гаусса, метод Крамера, метод Жордана [1]. Для решения и исследования СНАУ используется метод подстановки, линейной комбинации уравнений, схемы решения однородных уравнений, а также некоторые методы, используемые для решения СЛАУ. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки, а также определенную область применения. В связи с этим задача выбора наиболее оптимального метода решения соответствующих систем является наиболее актуальной. Одним из критериев, по которым определяется эффективность того или иного метода решения систем алгебраических уравнения является количество арифметических операций, необходимых совершить в ходе преобразования данной системы, чтобы получить соответствующее решение. Рассмотрим основные методы решения СЛАУ.

1. Метод Гаусса. Рассмотрим систему из n-линейных уравнений и с n-неизвестными:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \ldots + a_{3n}x_n = b_3 \\ \qquad\qquad \ldots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + a_{n3}x_3 + \ldots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases} \quad (1)$$

Для определённости будем считать, что все коэффициенты перед переменной x_1 отличны от нуля. Метод Гаусса заключатся в последовательном исключении неизвестных в каждом уравнении системы (1), начиная со второго, так называемый прямой ход, после чего находятся численные значения x_1 ($i = 1, 2, 3, \ldots, n$). В этом случае система (1) приводится к виду:

$$\begin{cases} a_{11}\,x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \ldots + a_{1n} = b_1 \\ a_{22}^{(1)}x_2 + a_{23}^{(1)}x_3 + \ldots + a_{2n}^{(1)} = b_2^{(1)} \\ a_{33}^{(2)}x_3 + \ldots + a_{3n}^{(2)}x_n = b_3^{(2)} \\ \cdots \\ a_{nn}^{(n)}x_n = b_n^{(n)} \end{cases} \tag{2}$$

Общее количество арифметических операций будет равно:

$$\begin{aligned} &S = \sum\nolimits_{m=1}^{n-1}\Big[2\Big(\big(n-(m-1)\big)+1\Big)+2\Big] * \Big(\big(n-(m-1)\big)-1\Big) = \\ &\{k = n-m+1\} = \sum\nolimits_{k=2}^{n}\big[2(k+1)+2\big](K-1) \end{aligned} \tag{3}$$

Для решения системы (2) существует два способа: метод подстановки и обратный ход по методу Гаусса [2]. По второму способу СЛАУ (2) приводится к виду:

$$\begin{cases} a_{11}^{*}x_1 & & & & = b_1^{*} \\ & a_{22}^{*}x_2 & & & = b_2^{*} \\ & & a_{33}^{*}x_3 & & = b_3^{*} \\ & & \cdots & & \\ & & & a_{nn}^{*}x_n & = b_n^{*} \end{cases} \tag{4}$$

По количеству арифметических операций данный способ эквивалентен прямому ходу, следовательно, общее количество операций равно удвоению суммы из (3), то есть:

$$S_{\Sigma} = 2 * \sum_{k=2}^{n}\big[2(k+1)+2\big](k-1) \tag{5}$$

Чтобы получить решение системы необходимо провести еще и деление:

$$x_i = \frac{b_i^{*}}{a_{ii}^{(n-1)}}(1,\ldots,n) \tag{6}$$

Таким образом, при таком способе решения системы (1) количество арифметических операций будет определяться по формуле:

$$N_2 = 2 * \sum_{k=2}^{n}\big[2(k+1)+2\big](k-1) + n \tag{7}$$

При решении системы (4) методом последовательной подстановки находим из последнего уравнения:

$$x_n = \frac{b_n^{(n-1)}}{a_{nn}^{(n-1)}}.$$

Полученное значение x_n подставляем в (n–1)-ое уравнение, находим значение x_{n-1}, и так далее. Следовательно, для последовательной подстановки количество арифметических операций для получения решения (1) равно:

$$N_1 = \sum_{k=2}^{n}[2(k+1)+2](k-1)+n^2 \qquad (7^*)$$

Тогда: $\Delta N = N_2 - N_1 = \sum_{k=2}^{n}[2(k+1)+2](k-1)+n-n^2 = 2\sum_{k=2}^{n}(k^2+k-2)+n-n^2 =$

$$2\left(\sum_{k=2}^{n}k^2+\sum_{n=2}^{n}k-\sum_{n=2}^{n}2\right)+n-n^2 = 2\left(\sum_{k=2}^{n}k^2+\frac{(n+2)(n-1)}{2}-2(n-1)\right)+n-n^2 =$$

$$= 2\left(\sum_{k=2}^{n}k^2+\frac{n^2+n-2}{2}-2n+2\right)+n-n^2 = 2\sum_{k=2}^{n}k^2+n^2+n-2-4n-4+n-n^2 = 2\sum_{k=2}^{n}k^2-2n+2$$

Из (7), (7*) следует, что из рассматриваемых двух способов, наиболее эффективным является метод последовательной подстановки.

2. Метод Крамера. Решение (1) методом Крамера основано на том, что систему (1) можно привести к виду [3, 4]:

$$\begin{cases}\Delta * x_1 = \Delta x_1\\ \Delta * x_2 = \Delta x_2\\ \quad\cdots\\ \Delta * x_n = \Delta x_n\end{cases} \qquad (8)$$

где $\Delta = \begin{vmatrix} a_{11}\, a_{12} \ldots a_{1n}\\ a_{21}\, a_{22} \ldots a_{2n}\\ \quad\ldots\\ a_{n1}\, a_{n2} \ldots a_{nn}\end{vmatrix}$ — главный определитель системы (1)

$\Delta x_i = \begin{vmatrix} a_{11}\, b_1 \ldots a_{1n}\\ a_{21}\, b_2 \ldots a_{2n}\\ \quad\ldots\\ a_{n1}\, b_n \ldots a_{nn}\end{vmatrix}$ — вспомогательные определители (1)

В случае, если главный определитель (1) отличен от нуля, то решение (1) можно записать в виде:

$$x_i = \frac{\Delta x_i}{\Delta} \qquad (9)$$

Таким образом, для решения (1) методом Крамера необходимо найти (n + 1) определитель n-ого порядка и еще произвести n делений. Если для нахождения определителя воспользоваться методом Гаусса приведения матрицы к диагональному виду, то общее количество арифметических операций при решении (1) методом Крамера будет определяться формулой:

$$N_3 = n+(n+1)\left\{(n-1)+\sum_{k=2}^{n}[2k+2](k-1)\right\} \qquad (11)$$

В формуле (11):

n — количество делителей при нахождении x_i ($i = 1,\ldots,n$)

($n + 1$) — количество определителей, которые необходимо вычислить, чтобы найти x_i. Выражение в фигурных скобках соответствует количеству арифметических операций при нахождении определителя.

3. **Метод Жордана-Гаусса.** Суть этого метода заключается в том, что если расширенную матрицу A состоящую из двух матриц: данной матрицы A и единичной матрицы E при помощи эквивалентных преобразований, преобразовать так, что вместо данной матрицы A будет единичная матрица E, то вместо единичной матрицы E, получится обратная матрица A^{-1}, то есть:

$$A' = \left(\begin{array}{cccc|cccc} a_{11} & a_{12} & \ldots & a_{1n} & 1 & 0 & \ldots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & \ldots & a_{2n} & 0 & 1 & \ldots & 0 \\ & & \ldots & & & & \ldots & \\ a_{n1} & a_{n2} & \ldots & a_{nn} & 0 & 0 & \ldots & 1 \end{array}\right) \tag{12}$$

$$A'' = \left(\begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & \ldots & 0 & a_{11}^* & a_{12}^* & \ldots & a_{1n}^* \\ 0 & 1 & \ldots & 0 & a_{21}^* & a_{22}^* & \ldots & a_{2n}^* \\ & & \ldots & & & & \ldots & \\ 0 & 0 & \ldots & 1 & a_{n1}^* & a_{n2}^* & \ldots & a_{nn}^* \end{array}\right) \tag{13}$$

где a_{ij}^* — элементы обратной матрицы ($i, j = 1,\ldots,n$).

Можно показать, что в этом случае количество операций при решении системы (1) определяется формулой:

$$N_4 = 2 + \sum_{k=2}^{n}\left[k + 2k\left(k-1\right)\right] + \frac{7n\left(n-1\right)}{2} + \left(2n-1\right)n \tag{14}$$

Сравнительный анализ эффективности решения СЛАУ, рассчитанных по формулам (7*), (11), (14) представлен на *рис. 1*.

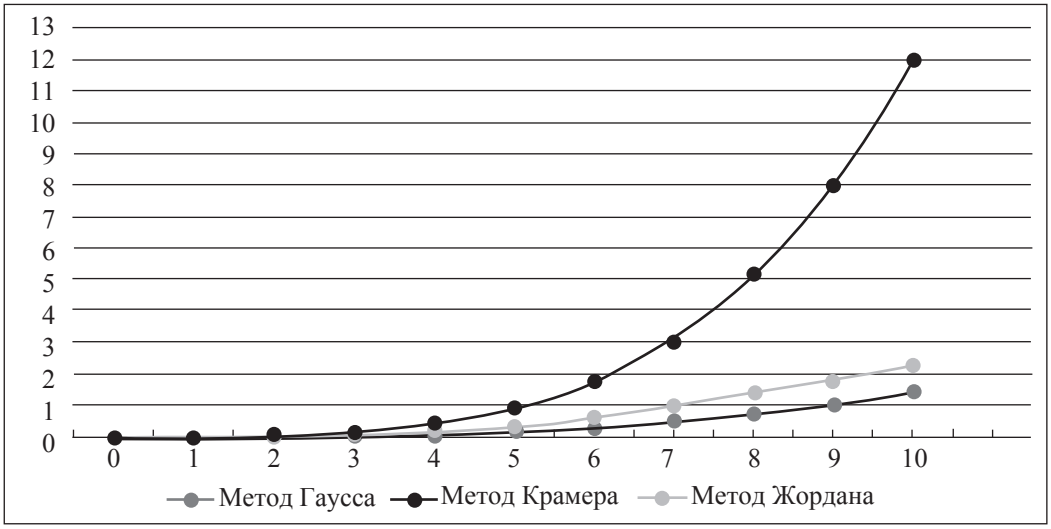


Рис. 1. Распределение количества операций $N_{\text{от}\,i} = \frac{N_i}{700}$ ($i = 1,3,4$)

Из *рис. 1* следует, что метод Гаусса является наиболее оптимальным методом решения СЛАУ. Также к достоинствам этого метода можно отнести то, что он применим для систем, в которых количество уравнений отлично от числа неизвестных. Однако одним из недостатков этого метода является то, что решение системы получается последовательно, когда нахождение одного неизвестного происходит после нахождения другого. В этом отношении метод Крамера предпочтительнее, поскольку нахождение одной неизвестной происходит независимо от нахождения другой. Так же достоинством метода Крамера является то, что он может быть применен для параметрического исследования нелинейных систем уравнений. В качестве примера рассмотрим следующую задачу:

Найти все значения параметра a, при которых для любого значения b система

$$\begin{cases} bx - y - az^2 = 0 \\ (b-6)x + 2by - 4z = 4 \end{cases} \tag{15}$$

имеет, по крайней мере одно решение, (x,y,z).

Запишем систему (15) в виде:

$$\begin{cases} bx - y = az^2 \\ (b-6)x + 2by = 4z + 4 \end{cases} \tag{16}$$

Главный и вспомогательный определители системы (16) имеют вид:

$$\Delta = \begin{vmatrix} b & -1 \\ b-6 & 2b \end{vmatrix} = 2b^2 + b - 6 \tag{17}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} az^2 & -1 \\ 4z+4 & 2b \end{vmatrix} \tag{18}$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} b & az^2 \\ b-6 & 4z+4 \end{vmatrix} \tag{19}$$

В этом случае система (16) может быть записана в виде:

$$\begin{cases} \Delta * x = \Delta x \\ \Delta * y = \Delta y \end{cases} \tag{20}$$

Так как система (15) или, что то же самое система (20), должна иметь решение при любом b, то определим значения b, при которых

$$\Delta = 0, \text{ то есть } 2b^2 + b - 6 = 0 <=> b_{1,2} = \begin{bmatrix} \frac{3}{2} \\ -2 \end{bmatrix}$$

1) Пусть $b = 3/2 => \Delta_x = \begin{vmatrix} az^2 & -1 \\ 4z+4 & 3 \end{vmatrix} = 3az^2 + 4z + 4$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} \frac{3}{2} & az^2 \\ \frac{-9}{2} & 4z+4 \end{vmatrix} = 6z + 6 + \frac{9}{2}az^2$$

Если $\Delta = 0$, то для того, чтобы система (26) имела решение <=> $\Delta x = \Delta y = 0$, то есть:

$$\begin{cases} 3az^2 + 4z + 4 = 0 \\ \frac{9}{2}az^2 + 6z + 6 = 0 \end{cases} <=> \begin{cases} 3az^2 + 4z + 4 = 0 \\ 3az^2 + 4z + 4 = 0 \end{cases} =>$$

1.1) $a = 0 \Rightarrow z = -1$

1.2) $a \neq 0 \Rightarrow z_{1,2} = \frac{-2 \pm \sqrt{4-12a}}{3a} \Rightarrow 4 - 12a \geq 0 \Leftrightarrow$

$a \leq \frac{1}{3}$. Таким образом, при $b = \frac{3}{2}$, $a \in \left(-\infty; \frac{1}{3}\right]$ (21)

2) Пусть $b = -2 \Rightarrow \Delta_x = \begin{vmatrix} az^2 & -1 \\ 4z+4 & -4 \end{vmatrix} = 3az^2 + 4z + 4$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} -2 & az^2 \\ -8 & 4z+4 \end{vmatrix} = 8az^2 - 8z - 8 \Rightarrow$$

$$\begin{cases} -4az^2 + 4z + 4 = 0 \\ 8az^2 - 8z + 8 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} az^2 + z - 4 = 0 \\ az^2 - z - 4 = 0 \end{cases} \Rightarrow$$

2.1) $a = 0 \Rightarrow z = -1$

2.2) $a \neq 0 \Rightarrow z_{3,4} = \frac{1 \pm \sqrt{1+4a}}{2a} \Rightarrow 1 + 4a \geq 0 \Leftrightarrow$

$a \leq \frac{1}{4}$. Таким образом, при $b = -2$, $a \in \left(-\infty; \frac{1}{4}\right]$ (22)

Следовательно, для тех значений b, при которых главный определитель обращается в нуль и система (20) имеет решение $a \in \left[-\frac{1}{4}; \frac{1}{3}\right]$. Для всех остальных значений b, $\Delta \neq 0$ и система (20) имеет по крайней мере хотя бы одно решение для $a \in R$. Значит, можно сделать вывод о том, что система (21) имеет хотя бы одно решение при любом b, если $a \in \left[-\frac{1}{4}; \frac{1}{3}\right]$.

Литература

1. *Письменный Д.Т.* Конспект лекций по высшей математике. – 10-е изд., испр. – М.: 4~АЙРИСПРЕСС, 2011. – 599 с.
2. *Гантмахер Ф.Р.* Теория матриц. – 5-е изд. – М.: Физматлит, – 2010. – 560 с.
3. *Гельфанд И.М.* Лекции по линейной алгебре. – 5-е изд., исп. – М.: Добросвет, МЦНМО, 1998. – 320 с.
4. *Головина М.И.* Линейная алгебра и некоторые ее приложения. – М.: Наука, 1985. – 392 с.

Виноградова Ю.А., Иванова О.К., Яновская Е.А.
ФГБОУ ВО МГТУ «Станкин», г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ НАГЛЯДНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ В ВУЗЕ

Аннотация: *Представлена реализация принципа наглядности в обучении математике лиц с ограниченными возможностями здоровья на примере темы «предел последовательности».*

Ключевые слова: *высшее образование, доступная среда, люди с ограниченными возможностями здоровья, математика, предел последовательности, принцип наглядности.*

Vinogradova Yuliya, Ivanova Oksana,
Yanovskaya Elena, MGTU «Stankin», Moscow

THE APPLICATION OF THE VISUAL-ORIENTED APPROACH IN TEACHING THE MATHEMATICS OF PEOPLE WITH DISABILITIES IN THE UNIVERSITY

Annotation: *The article Presents the implementation of the principle of visibility in teaching mathematics to persons with disabilities on the example of the theme "limit sequence".*

Keywords: *higher education, accessible environment, people with disabilities, mathematics, limit of sequence, the principle of visibility.*

Высшее образование в современном мире является неотъемлемой частью жизни. Молодежь стремится получить высшее техническое или технологическое образование. Люди с ограниченными возможностями здоровья — не исключение. Вузы Российской Федерации, и МГТУ «СТАНКИН», в частности, ставят перед собой задачу организовать удобную образовательную среду для обучения таких людей. Движение за права людей с ограниченными возможностями поддерживается программами ООН [1]. Конституция и законы России создают правовую базу и дают гарантию для реализации права на получение качественного образования в ведущих высших учебных заведениях России для этой категории граждан [2, 3]. Если обратить внимание на исследования доступности высшего образования людей с ограниченными возможностями здоровья, можно увидеть, что многие проблемы обусловлены неприспособленностью среды вуза, а также низким качеством подготовки в средних, средне-специальных учебных заведениях и колледжах [4, с. 48]. Эти факторы обуславливают возникновение некоторых дополнительных трудностей при получении технического и технологического образования. В решении данных вопросов можно широко применять так называемое дистанционное образование [5]. Основная цель, которая реализуется с помощью дистанционного образования — это создание условий для людей с ограниченными возможностями по здоровью для обучения непосредственно по месту проживания, предоставление возможности освоения образовательных программ высшего образования. Процесс получения образования с использованием дистанционных методов обучения может осуществляться образовательным учреждением в виде различных форм: очной, очно-заочной, заочной и т.д. [6]. Покажем на примере преподавания математики (отдельно взятой темы), реализацию принципа наглядности в обучении, который поможет учащимся с ограниченными возможностями здоровья осознать и понять достаточно трудный для восприятия материал. Еще Я.А. Коменский сформулировал «золотое правило дидактики»: «Все, что только можно, предоставлять для восприятия чувствами, а именно: видимое — для вос-

приятия зрения, слышимое — слухом, запахи — обонянием, что можно вкусить — вкусом, доступное осязанию — путем осязания. Если какие-либо предметы сразу можно воспринять несколькими чувствами, пусть они сразу схватываются несколькими чувствами» [7, с. 38]. Наглядность в понимании Коменского связана с восприятием предметов (явлений) органами чувств. Приведем пример введения понятия предела последовательности. Заметим, что это понятие является одним из основополагающих в математике, и одновременно с этим, наиболее трудно воспринимающимся не только студентами с особенностями здоровья, но и обычными студентами.

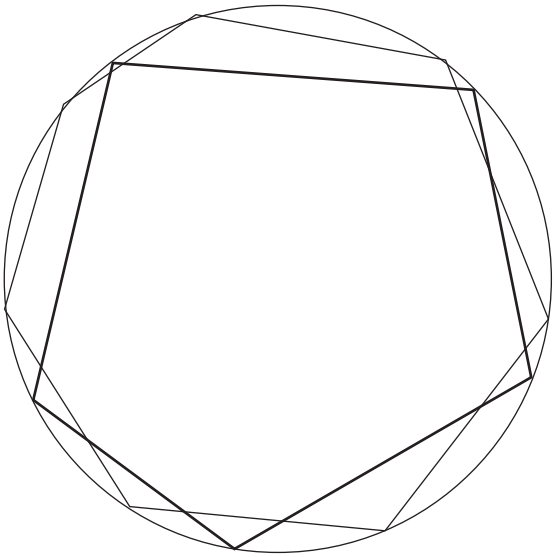


Рис. 1. Наглядное формирование понятия предела при выводе формулы длины окружности

Если обратиться к истории введения понятия предела последовательности, увидим, что зачатки данного понятия формируются при выводе формул вычисления длины окружности и площади круга (*рис. 1*).

Вывод данных формул предшествовал обучению теории пределов. Обратимся к изданию А.П. Киселева «Элементарная геометрия» [9, с. 75]. На странице 75, перед введением понятия предела, демонстрируется движение в геометрии: «Пусть к окружности *O* проведены через точку *A* касательная *AT* и какая-нибудь секущая *AM*. Станем вращать эту секущую вокруг точки *A* так, чтобы другая точка пересечения *B* все ближе придвигалась к *A*. … » (*рис. 2*).

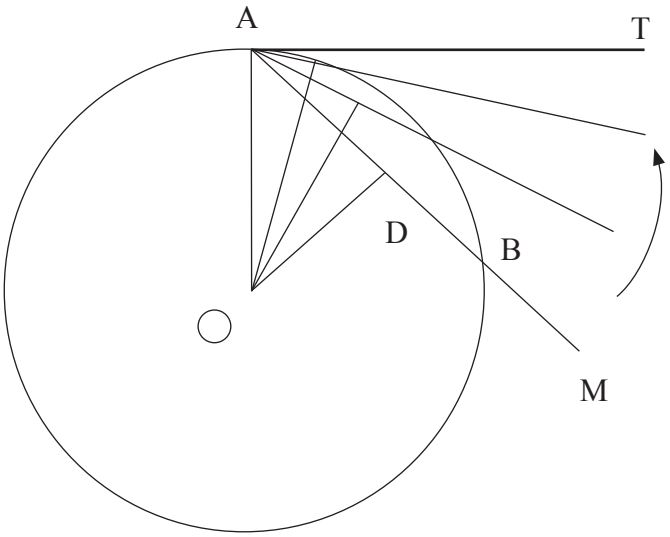


Рис. 2. Вращение секущей вокруг точки *A*

Далее рассматривается угол *MAT*, который связан с точкой *B*, движущейся к точке *A* по окружности и который может быть «*сделан как угодно мал*». Этот процесс «выражают иными словами так: *касательная есть предельное положение, к которому стремится секущая, проведенная через точку касания, когда вторая точка пересечения неограниченно приближается к точке касания*» [9, с. 76]. Но далее на странице 158 в разделе «Определение длины окружности и ее частей», в главе первой «Основные свойства пределов», используя геометрически образные различие между понятиями постоянной и переменной величинами, возвращая учащегося к приведенному на стр. 76 понятию движения и демонстрации «сколь угодно

малого угла» еще говорится о приближении переменной точки В к постоянной (фиксированной) точке *А*. И дается определение: «*Пределом переменной величины называется такая постоянная величина, к которой переменная приближается так, что разность между ними стремится к нулю*» [9, с. 159]. Если в современном обучении математике студентов с ограниченными возможностями здоровья мы будем обращаться к геометрическим образам, прежде, чем переходить к языку «ε–δ», мы покажем, что предельный переход — это процесс, при этом совершенно ощутимый, изображаемый (наглядный), и столь трудное словосочетание «сколь угодно малый» окажется наглядно представленным [10]. В учебнике алгебры [11, с. 108] А.П. Киселева понятие предела дается в дополнительном разделе:

«Возьмем сумму первых *n* членов такой бесконечно убывающей геометрической прогрессии:

$$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+...(\text{знаменатель } \frac{1}{2}).$$

Сумма эта при неограниченном увеличении числа членов увеличивается, приближаясь к постоянному числу 2 так, что разность

$$2-\left(1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+...+\frac{1}{2^{n-1}}\right)$$

при достаточном увеличении числа слагаемых делается меньше любого данного положительного числа (например, меньше 0,000001) и при дальнейшем увеличении числа слагаемых остается всегда меньше этого числа.

При этих условиях мы говорим, что сумма

$$1+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+...+\frac{1}{2^{n-1}},$$

если число слагаемых в ней увеличивается неограниченно, имеет предел 2.

После этих примеров будет понятно следующее определение предела:

Если переменная величина x при своем изменении приближается к постоянной величине a так, что абсолютная величина разности a–x (или x–a) может быть сделана и в дальнейшем остается меньше любого положительного числа, то эта постоянная величина a называется пределом переменной x» [11, с. 112]. Подведение к понятию предела в данном случае сопровождается примерами, а само определение дано не через «ε−δ», что, возможно, облегчает восприятие и понимание. Далее приведем определение, которое дается в учебнике Д.К. Фаддеева и И.С. Соминского [12, с. 156].

«Последовательность

$$1,-\frac{1}{2},\frac{1}{3},-\frac{1}{4},\frac{1}{5},...,$$

общий член которой $a_n=\frac{(-1)^{n+1}}{n}$, изображена на *рис. 3*.

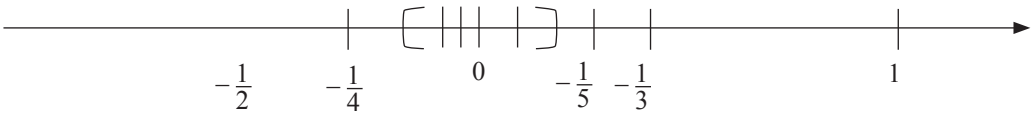


Рис. 3. Графическое изображение последовательности

$$a_n = \frac{(-1)^{n+1}}{n}$$

Наблюдая за расположением точек последовательности, легко заметить, что они все ближе и ближе подходят к нулю, накапливаются около нуля.

Пусть ε любое положительное число. Возьмем на числовой оси отрезок длиной 2ε с центром в точке O.

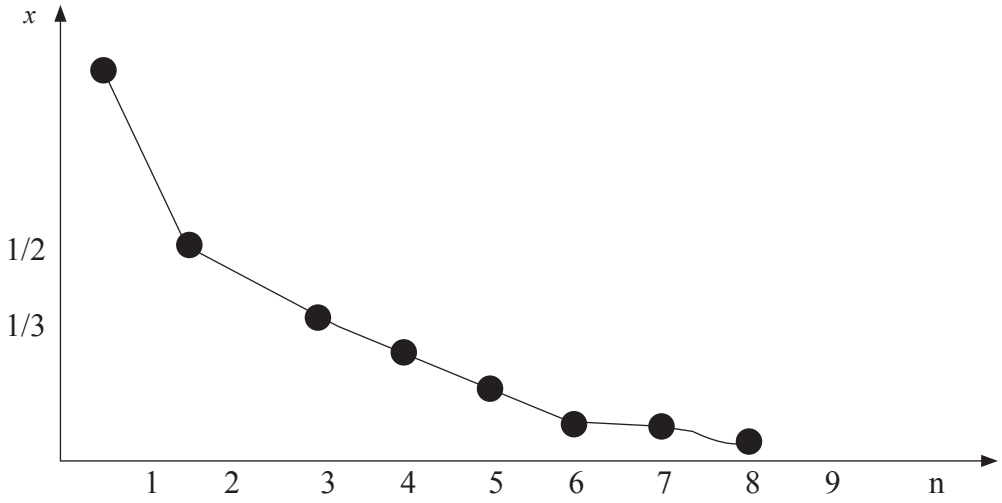


Рис. 4. Графическое изображение последовательности $x_n = \frac{1}{n}$

Найдется такой номер N, что всякая точка последовательности с номером, большим N, будет находиться внутри этого отрезка.

Число N, конечно, зависит от ε. Чем меньше ε, тем, вообще, больше будет N.

Определение 1: Число a называется пределом последовательности, если для каждого положительного числа ε, сколь бы мало оно не было, существует такой номер N, что все точки последовательности, у которых номер больше N, будут находиться от a на расстоянии меньшем, чем ε.

Для того чтобы точка b находилась на числовой оси на расстоянии, меньшем ε от точки a, необходимо и достаточно, чтобы $|b - a| < \varepsilon$.

На основании этого определение предела можно сформулировать так:

Определение 2: Число a называется пределом последовательности

$$a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$$

если для каждого положительного числа ε, сколь бы мало оно не было, существует такой номер N, что все значения a_n, у которых номер $n > N$, удовлетворяют неравенству $|a_n - a| < \varepsilon$.

Это же определение можно сформулировать и так:

Определение 3: Число a называется пределом последовательности

$$a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$$

если члены последовательности, начиная с некоторого места, отличаются от a сколь угодно мало.» [11, с. 111].

В данном случае автор постепенно с помощью наглядных графических представлений приводит к определению. Поскольку переход на язык «ε–δ» труден для восприятия и требует перестройки мышления, возможно, целесообразней было бы сначала давать определение 3, а затем переходить к определению 1 и 2.

Далее рассмотрим задачи, связанные с определением предела и само определение предела, предлагаемые А.А. Кирилловым [13, с. 76], которые, на наш взгляд, являются наиболее наглядными.

«Рассмотрим график последовательности $x_n = \frac{1}{n}$ (*рис. 4*).

Мы видим, что этот график неограниченно приближается к оси абсцисс, стремится к ней.

Слова «неограниченно приближается» и «стремится» понятны каждому, пока речь идет о наглядных свойствах графика. Однако, чтобы использовать их в математических рассуждениях и вычислениях, такого понимания недостаточно. Мы должны точно сформулировать, что означают эти выражения на языке чисел. Это приводит нас к одному из самых важных понятий, используемых в математике, — к понятию предела.

Дадим сначала точное определение предела в той форме, в какой оно обычно встречается в учебниках.

Число a называется пределом последовательности $\{x_n\}$, если для любого положительного числа ε (греческая буква «эпсилон») найдется такое число k, что для всех номеров n, больших k, выполняется неравенство

$$|x_n - a| < \varepsilon.$$

Записывают этот факт так: $\lim\limits_{n\to\infty} x_n = a$.

Сделаем теперь несколько замечаний по поводу определения предела.

Рассмотрим график последовательности $\{x_n\}$. Какое свойство этого графика выражается равенством $\lim\limits_{n\to\infty} x_n = a$?

Проведем горизонтальную прямую $x = a$ и построим полоску ширины 2ε, окружающую эту прямую. Неравенство $|x_n - a| < \varepsilon$ означает, что точка (n, x_n) находится внутри построенной полоски. Таким образом, если последовательность $\{x_n\}$ стремится к a, то почти весь график последовательности лежит внутри указанной полоски.

Так как в определении предела число ε может быть любым сколь угодно малым, описанное свойство графика сохраняется для любой сколь угодно малой полоски. Итак, определение предела может быть пересказано следующим образом.

Число a называется пределом последовательности $\{x_n\}$, если почти весь график этой последовательности лежит внутри сколь угодно узкой полоски, окружающей прямую $x = a$.

Наглядное представление о пределе можно получить, если предположить, что члены последовательности — какие-то физические величины, и мы можем измерить их только с определенной точностью, которую допускают наши приборы.

Обозначим через ε наименьшую величину, различаемую прибором. Неравенство $|x_n - a| < \varepsilon$ означает, что мы не сможем отличить x_n от a.

Таким образом, условие $\lim\limits_{n\to\infty} x_n = a$. означает, что при любой точности измерения последовательность $\{x_n\}$, начиная с некоторого места, не отличается от постоянной последовательности *a, a, a, ….*

Еще раз укажем, что данное определение предела последовательности сформулировано просто, наглядно, с геометрическими и физическими образами, а это для учащегося с ограниченными возможностями здоровья очень важно.

В результате рассмотренных методов введения понятия предела реализуется один из важнейших принципов обучения — **принцип наглядности, который позволяет студенту**

воспринять и понять одно из сложнейших понятий математического анализа — предел последовательности.

Благодаря применению принципа наглядности у студентов с ограниченными возможностями по здоровью, возникает интерес к обучению и дальнейшей реализации своих возможностей, что существенно повышает качество получаемого образования [14, с. 213]. Специалисты, получившие высшее образование благодаря таким методам, могут быть успешно интегрированы для работы в научно-производственных объединениях, заниматься научной работой и педагогической практикой, в том числе в вузах.

Литература

1. Конвенция о правах инвалидов. 13 дек. 2006 г. [Электронный ресурс]. URL: www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/disability.shtml (дата обращения 20.05.2017).
2. Федеральный Закон «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об образовании в Российской Федерации». Статья 79. [Электронный ресурс]. URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения 25.06.2017).
3. Федеральный Закон «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» (Федеральный закон от 24.11.1995 № 181-ФЗ (ред. от 01.06.2017) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации». Статья 19. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/ (дата обращения 23.06.2017).
4. *Романов П.В*. Проблема доступности высшего образования для инвалидов / П.В. Романов, Е.Р. Ярская-Смирнова // Социологические исследования. – 2005. – № 10. – С. 48–56.
5. Приказ Минобразования РФ № 4452 от 18.12.02 «Об утверждении Методики применения дистанционных образовательных технологий (дистанционного образования) в образовательных учреждениях высшего, среднего и дополнительного профессионального образования РФ». (Приказ Минобразования РФ от 18.12.2002 № 4452 «Об утверждении Методики применения дистанционных образовательных технологий (дистанционного обучения) в образовательных учреждениях высшего, среднего и дополнительного профессионального образования Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 24.12.2002 № 4071). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40163 (дата обращения 13.07.2017).
6. Приказ Минобразования РФ от 14.10.1997 № 2033 «Об утверждении Положения об экстернате в государственных, муниципальных высших учебных заведениях Российской Федерации» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 30.10.1997 № 1403). [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_16638/ (дата обращения 24.06.2017).
7. *Коменский Я.А*. Великая дидактика / Я.А. Коменский // Избр. пед. соч. – М., 1982. – Т.1. – 271 с.
8. *Азимов Э.Л*. Словарь методических терминов / Э.Л. Азимов, А.И. Щукин. – СПб.: Златоуст. – 1999. – 472 с.
9. *Киселев А.П*. Элементарная геометрия / А.П. Киселев. – М.: Издание книжного магазина В.В. Думнова. – 1892. – 307 с.
10. *Виноградова Ю.А.* О причинах методических сложностей перехода от «конечного» к «бесконечному» в курсе математического анализа в вузе / Ю.А. Виноградова, В.К. Жаров // Сборник научных трудов «Фундаментальные физико-математиче-

ские проблемы и моделирование технико-технологических систем», – М.: Янус-К, ИЦ МГТУ «Станкин». – 2006. № 9. – С. 167.
11. *Киселев А.П.* Алгебра: учебник для 9–10 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1965. – 232 с.
12. *Фаддеев Д.К.* Алгебра / Д.К. Фаддеев, И.С. Соминский. – Ленинград: Учпедиздат, 1954. – Ч. 2. – 288 с.
13. *Кириллов А.А*. Пределы. – М.: Наука, 1973. – 97 с.
14. *Белякова А.А*. Философско-педагогическая рефлексия принципа наглядности / А.А. Белякова, Л.А. Буровкина // Вестник ТГТУ. – 2010. – Т. 16. №1. – С. 212–217.

Истомина Т.В., Сычева В.А. «МГГЭУ»

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПАКЕТОВ SCILAB И MATLAB ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ С ОВЗ

Аннотация: *В работе проводился поиск адекватных инструментов для повышения результативности использования современных информационных технологий обучающимися с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) на факультете прикладной математики и информатики (ПМиИ). Приводятся результаты, подтверждающие эффективность применения пакетов с возможностью графического моделирования для обучения лиц с ОВЗ и проведения научных исследований.*

Ключевые слова: *нечеткая логика, прикладные пакеты, графическое программирование, электрокардиосигнал, кардиоимпульс.*

Istomina T.V., Sycheva V.A. «MGGEU»

ANALYSIS OF ADVANTAGES OF PACKETS OF SCILAB AND MATLAB FOR TRAINING OF STUDENTS WITH OVZ

Annotation: *In work, search of adequate tools for increase in effectiveness of use of modern information technologies by students with limited opportunities of health (LOH) at faculty of applied mathematics and information science was carried out. The results confirming efficiency of application of packets with a possibility of graphic modeling for training of persons from LOH and carrying out scientific research are given.*

Keyword: *fuzzy logic, applied packets, graphic programming, electrocardiosignal, cardioimpulse.*

Актуальной целью работы является поиск адекватных инструментов для повышения эффективности использования современных информационных технологий обучающимися с ОВЗ на факультете ПМиИ.

К задачам работы следует отнести:

- уменьшение сложности из-за набора больших текстов программ;
- совмещение графического и командного программирования;
- автоматическое моделирование систем принятия решений.

Сформулируем основные проблемы, возникающие у студентов с ОВЗ при использовании традиционного командного программирования:

- трудности концентрации и усталость зрения;
- сложность нахождения ошибок в программах;
- затекание плечевого пояса и позвоночника;
- тремор и усталость кистей рук;
- усиление процессов торможения нервной системы студентов с ОВЗ;
- длительное напряжение нервной системы студентов с ОВЗ.

Рассмотрим основные виды программирования (*рис. 1*).

Из *рис. 1* видно, что комплексное программирование имеет преимущества, так как совмещает как командное, так и графическое.

Анализ позволил выделить современные программные пакеты с возможностью графического программирования, а именно:

- Mathematica — система компьютерной алгебры (обычно называется Математика, программный пакет Математика), широко используемая в научных, инженерных, математических и компьютерных областях;

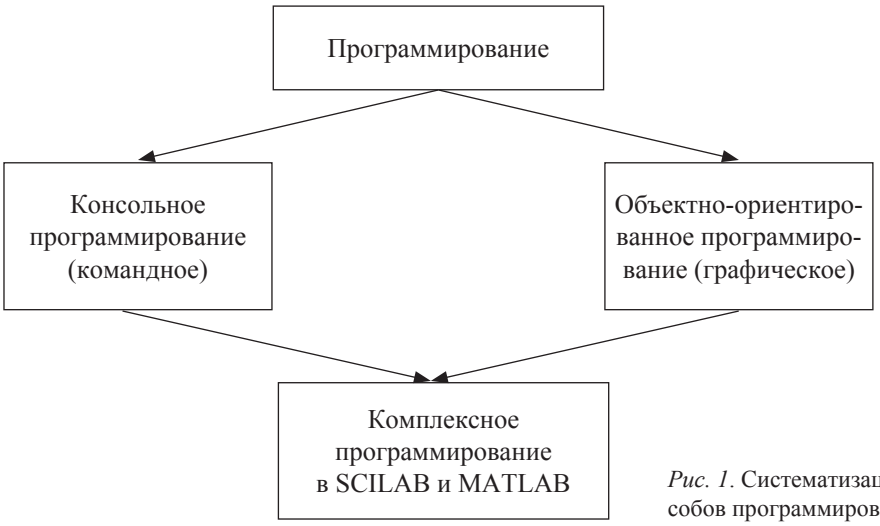


Рис. 1. Систематизация способов программирования

- Maple — программный пакет, система компьютерной алгебры (точнее, система компьютерной математики);
- MatLab — высокоуровневый язык технических расчетов, интерактивная среда разработки алгоритмов и современный инструмент анализа данных, по сравнению с традиционными языками программирования (C/C++, Java, Pascal, FORTRAN) он позволяет на порядок сократить время решения типовых задач и значительно упрощает разработку новых алгоритмов;
- MathCad — комплексное средство компьютерной алгебры, позволяющее проводить как простейшие арифметические, так и сложнейшие инженерные и научные расчеты;
- Scilab — кроссплатформенная система компьютерной математики, которая предназначена для выполнения научно-технических расчетов, графической интерпретации полученных результатов и визуального моделирования.

К преимуществам пакета Mathlab следует отнести:

- открытость и расширяемость;
- возможность создавать не только отдельные файлы, но и библиотеки файлов для реализации специфических задач;
- удобство при описании типовых блоков физических систем;
- неограниченное количество блоков на схеме;
- постоянные обновления и дополнения пакета.

В целом, анализ показал, что самым перспективным пакетом оказался Mathlab, однако он требует большого объема памяти и имеет сложную разветвлённую структуру, что замедляет работу компьютера. Данный пакет является лицензионным и платным, поэтому для установки в учебных заведениях целесообразно использовать его открытый и бесплатный аналог — Scilab.

Преимуществами пакета Scilab являются:

- разрешение на использование в учебном процессе;
- возможность запуска в консоли без использования графического интерфейса;
- программный пакет Scilab объединяет в себе развитый язык программирования и обширную библиотеку численных алгоритмов, охватывающую многие области научных и технических вычислений;

Рис. 2. Основные окна пакета Scilab

- пользователи пакета могут разрабатывать собственные модули расширения для решения конкретных задач;
- изменение размера блока в сторону увеличения;
- предоставление пользователю возможность напрямую манипулировать математическими абстракциями, такими как матрицы или полиномы;
- высокая скорость и простота написания программ;
- язык Scilab допускает расширение посредством определения пользовательских типов данных;
- возможность вызвать из Scilab функций, реализованных на других языках программирования, в частности Fortran или C;
- предоставление возможности для взаимодействия с программным комплексом LabVIEW компании National Instruments, предназначенным для визуального проектирования измерительных систем, а также сбора и анализа экспериментальных данных;

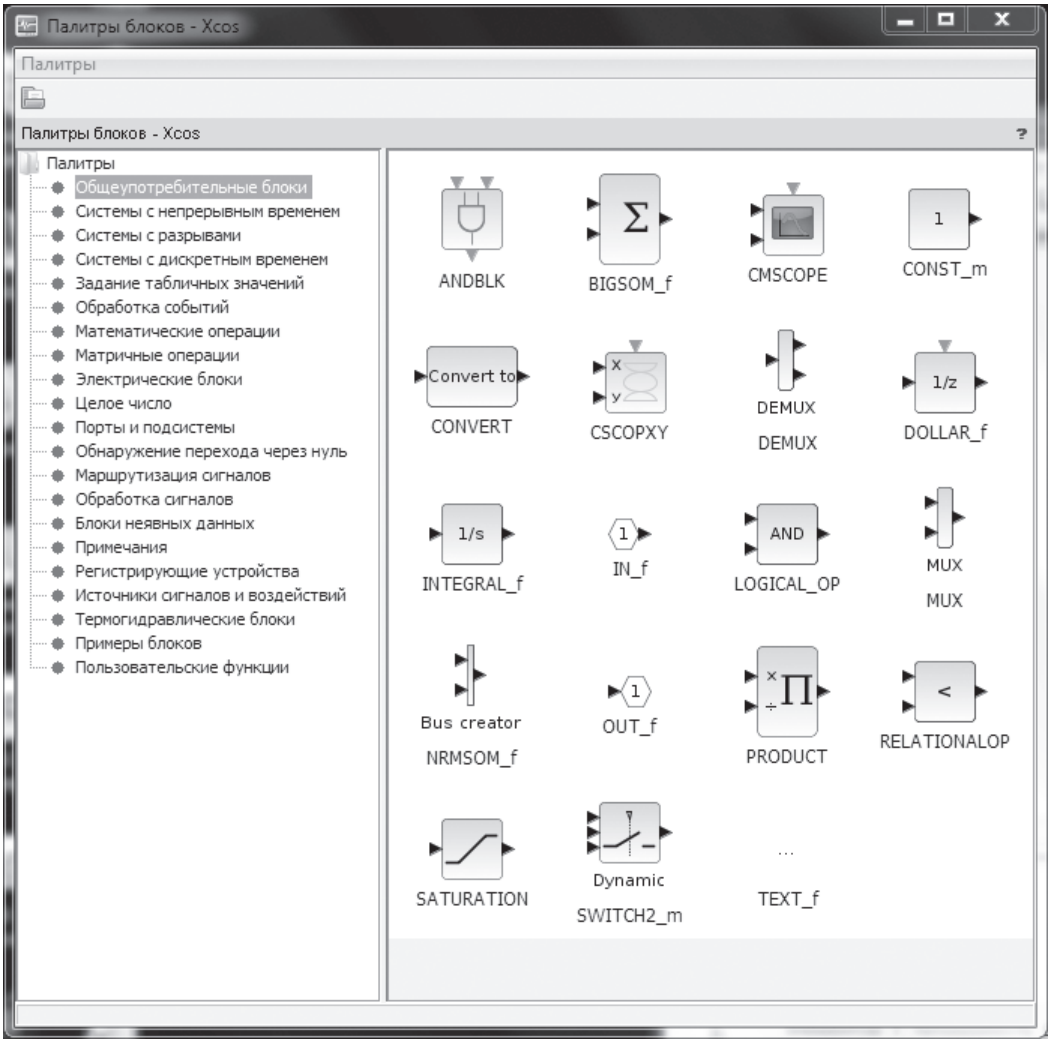


Рис. 3. Пример палитр блоков Xcos

- удобство самостоятельного исследования пользователем внутреннего устройства пакета и особенностей его работы;
- доступность для операционных систем Windows, Linux и Mac OS.

Недостатками пакета Scilab являются:

- малая функциональность и слабые возможности по сравнению с пакетом Mathlab;
- использование численных подходов для вычисления, что может сказаться на точности;
- нет таких возможностей визуализации как в пакете Mathematic.

Внешний вид интерфейса пакета Scilab представлен на *рис. 2*.

Для повышения эффективности обучения студентов с ОВЗ целесообразно производить моделирование различных систем и алгоритмов принятия решений в программной среде Scilab. Для этого следует использовать пакет Xcos, являющийся приложением к системе Scilab. При моделировании с использованием Xcos реализуется принцип визуального программирования, в соответствии с которым на экране из стандартных библиотечных блоков создается модель устройства и осуществляются расчеты. При этом в отличие от классических способов моделирования не нужно досконально знать язык программирования и численные методы математики, а достаточно общих знаний, требующихся при работе на компьютере, и знаний конкретной предметной области [1–3]. Пример палитр графических блоков приведен на *рис. 3*. При работе с Xcos есть возможность модернизировать библиотечные блоки, создавать свои собственные, а также составлять новые библиотеки блоков.

В пакете Scilab можно создать множество обучающих курсов для обучения лиц с ОВЗ, упрощающих для них процесс программирования.

Однако для проведения научных исследований все-таки необходимо использовать Mathlab [4], например, при создании алгоритмов принятия решений при распознавании импульсов электрокардиосигнала на основе нечеткой логики (*рис. 4*). Выбор информативных признаков описан в [5].

В качестве анализируемого использовался реальный оцифрованный сигнал с Т-зубцом аномальной (патологической) формы, что существенно осложняет анализ и распознавание кардиоимпульсов (КИ) [5]. Входной сигнал и результаты классификации представлены на *рис. 5*.

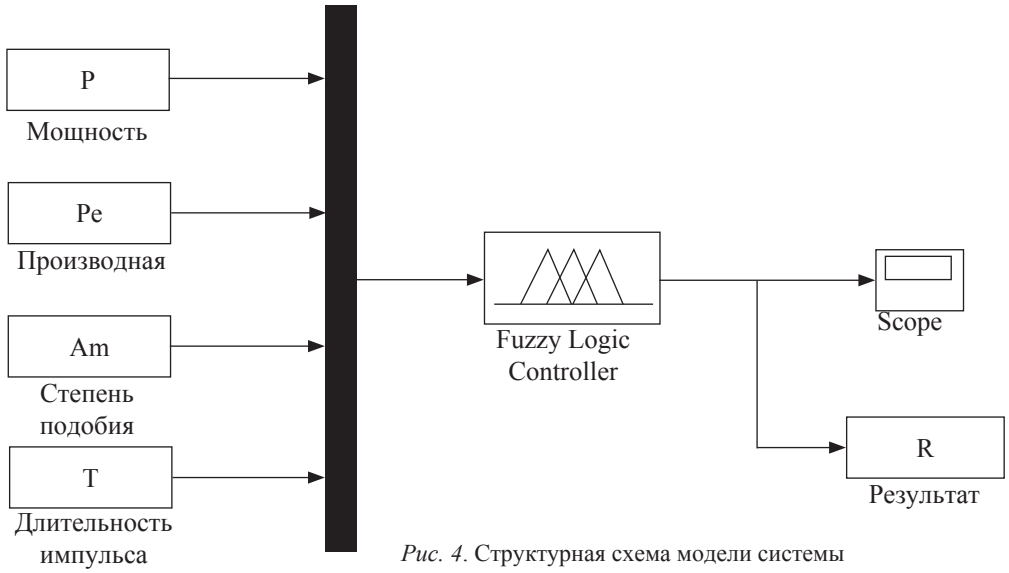
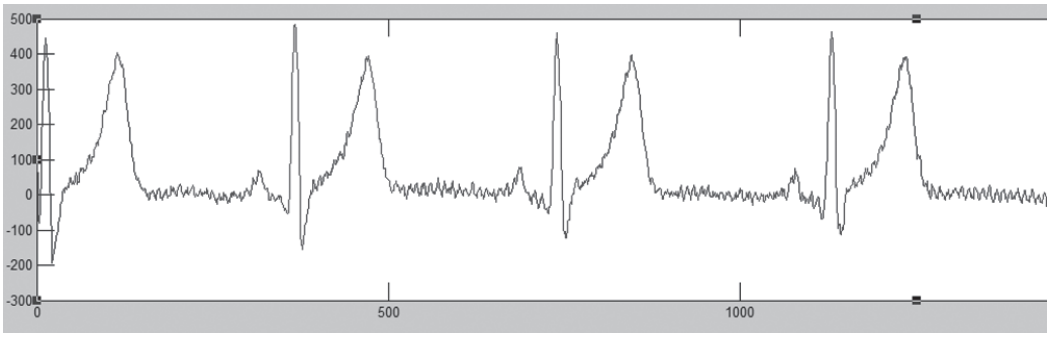
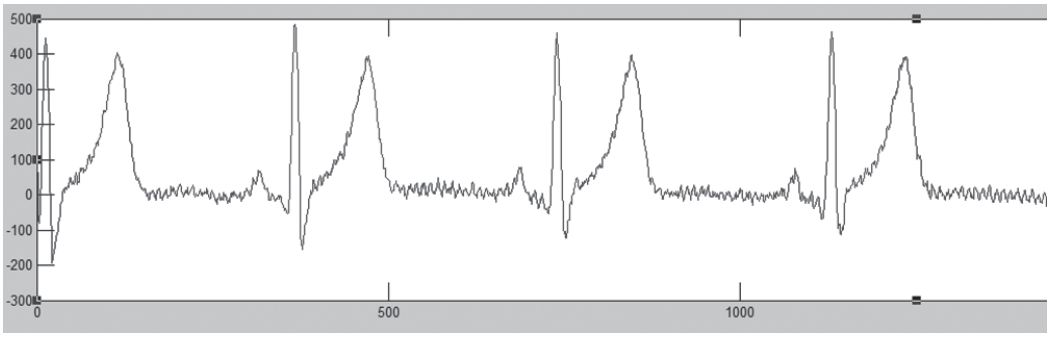


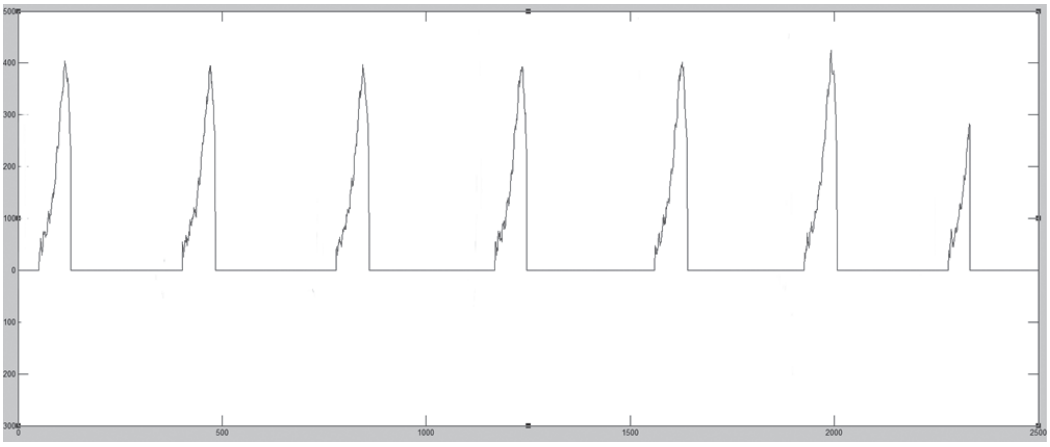
Рис. 4. Структурная схема модели системы нечеткого вывода по четырем признакам на основе алгоритма Сугено



а)



б)



в)

Рис. 5.
а) входной сигнал с аномальным Т-зубцом,
б) результат классификации КИ по классу «Да»;
в) результат классификации КИ по классу «Возможно»

Проанализированы используемые на практике входные признаки обработки электрокардиосигналов и определена система входных признаков, позволяющая ожидать повышения эффективности работы алгоритмов распознавания КИ. Проведены исследования по обработке электрокардиологической информации на основе нечеткого вывода, результаты которых

показали целесообразность применения алгоритма нечеткого вывода Сугено и системы входных признаков: мощность, коэффициент подобия, производная и продолжительность импульса [6].

Таким образом, приведенные результаты подтверждают эффективность применения пакетов с возможностью графического моделирования для обучения лиц с ОВЗ и проведения научных исследований.

Литература

1. *Чингаева А.М*. «Визуальное моделирование в Scilab: Xcos». – Самара, 2012. – 24 с.
2. *Стрелков Н.О*. Радиотехнические цепи и сигналы. Моделирование радиотехнических сигналов в Scilab/Xcos: учебное пособие / Н.О. Стрелков. – М.: МЭИ, 2016. – 48 с.
3. «Моделирование систем в программной среде Scilab & Xcos 5.5.1. Часть 2», [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://www.kv.by/content/334710-modelirovanie-sistem-v-programmnoi-srede-scilab-xcos-551-chast-2 (дата обращения: 24.10.18).
4. «Официальный дистрибьютор MathWorks на территории России и СНГ», [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: https://matlab.ru (дата обращения: 17.11.18).
5. Преимущества применения нечеткого алгоритма при обнаружении информационных участков электрокардиосигнала / Истомина Т.В., Шамин Е.А. // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Медицинские информационные системы». – Таганрог, 2010. – № 8. – С. 63–68.
6. Применение информационных технологий с использованием нечеткой логики в поиске информативных участков при исследовании ЭКС / Истомина Т.В., Шамин Е.А. / Биомедсистемы–2008: Материалы международной конференции. – Рязань, 2008. – С. 26–2.

Глухих О.А. руководитель ГБОУ г. Москвы
Школа № 1454 «Тимирязевская»

ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОНТЕНТА В ОБУЧЕНИИ ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ И ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Аннотация: *в статье представлен опыт работы образовательной организации по сопровождению субъектов образовательного пространства с использованием современных IT-технологий.*

Ключевые слова: *дети, обучение, IT-технологии, сотрудничество, комплексный характер, компьютерные игры, когнитивные, креативные возможности.*

Deaf O. A. Director GBOU city of Moscow
School № 1454 "Timiryazevskaya»

ELECTRONIC EDUCATIONAL CONTENT IN LEARNING DISABLED CHILDREN AND CHILDREN WITH DISABILITIES

Abstract: *the article presents the experience of the educational organization to support the subjects of educational space with the use of modern IT-technologies.*

Key words: *children, education, IT-technologies, cooperation, complex character, computer games, cognitive, creative opportunities.*

Современный социум создает видимость некоторого благосостояния всех его членов. Так ли это, на самом деле?! Для большинства здоровых и независимых людей, трудности и проблемы, с которыми сталкиваются люди с ограниченными возможностями здоровья, как правило, кажутся неактуальными. Первопричиной такого поведения становится дифференциация доступа к возможностям и благам. По состоянию на 01.01.2018 г. численность инвалидов в России составила — 11 750 000,0 на численность населения 146 800 000,0 человек. Это около 8% от численности населения. Количество детей-инвалидов до 18 лет в РФ составляет 655 000,0 это 5,6% от общего числа инвалидов. Процент детей инвалидов неустанно растет.

Одним из приоритетных компонентов комплексной реабилитации человека с ограниченными возможностями определенного рода является обучение. Сегодня социализация подрастающего поколения — одно из приоритетных направлений деятельности любой образовательной организации. Начиная с самого раннего возраста, происходит формирование личности человека, становление его мировосприятия, мироощущения, миропонимания. Ребенок не только постигает предметный мир, но и погружается в социальное пространство взаимоотношений через контакт с окружающими его людьми. Если речь идет о детях с особыми образовательными потребностями, ребенок может столкнуться с рядом препятствий в приобретении опыта позитивного общения. Процесс интеграции в общество таких детей имеет сегодня важное социально-педагогическое значение, ведь во главу угла встает не только совместная деятельность, но целый совместный мир детей. Роль информационных технологий в общественном развитии существенно возрастает в последнее десятилетие, поэтому проблема формирования информационной культуры личности человека с ограниченными возможностями приобрела особое значение.

Современные информационные технологии значительно расширяют возможности столичного образования в сфере обучения детей с ограниченными возможностями здоровья и

детей-инвалидов. IT-технологии, это ресурс, позволяющий развивать когнитивные, креативные возможности субъектов образовательного пространства, имеющих заболевания различной нозологии.

Организация системы обучения и воспитания детей с ОВЗ и детей, имеющих инвалидность, определяет социальную необходимость использования, разработки форм и методов работы с использованием IT технологий. Применение данных технологий в реабилитационном процессе может быть весьма многогранным и обширным.

Прежде всего, это обучающие и развивающие компьютерные игры, коррекционно-диагностические программы, аппаратные технологии, мультимедийные средства. Важной составляющей современного реабилитационного процесса является создание интерактивной среды, позволяющей существенно расширить возможности ребенка. Интерактивные средства обучения, такие как интерактивные доски, компьютеры, становятся отличными помощниками в диагностике психофизического развития детей, их когнитивных способностей и возможностей.

В контингенте нашей образовательной организации ежегодно увеличивается число детей-инвалидов и детей с ОВЗ. Это и дети с нарушениями опорно-двигательного аппарата, с сопутствующими заболеваниями и дети с задержкой психического развития, ребенок-аутист. Эти дети обучаются, как в обычных классах в рамках инклюзии, так и в специально созданных ресурсных классах. Одна из школьных образовательных площадок в составе комплекса является ресурсной школой.

В процессе создания ресурсных школ Москвы, использующих эффективные современные методики обучения детей с различными формами инвалидности, стояла задача организовать адаптированную образовательную среду для детей с инвалидностью, и рассматривалась адаптация самой образовательной системы под потребности конкретного ребенка. Образовательная площадка «Лиственничная аллея» школы №1454 «Тимирязевская» — одна из таких ресурсных школ, которая осуществляет обучение детей с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. На базе площадки создано интегрированное образовательное пространство, где собраны все необходимые элементы для обучения детей с ограниченными возможностями здоровья и различными формами инвалидности.

Одна из форм, активно используемых педагогическим коллективом ресурсной площадки «Лиственничная аллея» это очно-заочное обучение с дистанционной поддержкой. Методы и средства обучения, администрирование образовательного процесса, на основе использования современных информационных и телекоммуникационных технологий способствуют:

- обучению в индивидуальном темпе по индивидуальным образовательным маршрутам;
- доступности получения качественных образовательных услуг;
- эффективной коммуникации субъектов образовательного пространства;
- технологичности процесса;
- социальной эквивалентности;
- креативному развитию обучающегося и учителя предметника в процессе взаимодействия.

Альтернативные формы обучения, используемые в процессе реализации Федерального Государственного образовательного стандарта на всех уровнях образования, подразумевают и активную коммуникацию с законными представителями обучающихся (сайт образовательной организации, электронный журнал/дневник, электронное портфолио, дистанционные родительские собрания).

Сайт школы — это один из инструментов информирования законных представителей по актуальным вопросам образования. Наша образовательная организация расширила возможности своего сайта посредством поддержки через информационный контент «Умный сайт».

В режиме реального времени родитель и обучающийся имеют доступ к любой учебной информации (расписание, текущие и итоговые отметки ребенка, домашние задания). Это современная среда для коммуникации всех участников образовательной деятельности.

Динамику индивидуальных образовательных достижений обучающихся в рамках новой системы оценивания можно проанализировать опираясь на электронное портфолио (системная оценка личностных, метапредметных и предметных результатов обучения, диагностика динамики учебных достижений ученика, прогнозирование образовательных достижений, мотивация субъектов образовательного пространства).

Педагоги школьной площадки «Лиственничная аллея», работающие с детьми с ОВЗ и детьми-инвалидами, предоставляют широкий спектр образовательных услуг по различным направлениям деятельности. Сотрудничество носит комплексный характер и включает в себя ряд взаимосвязанных аспектов. Все, что мы делаем, воплощает идею «Жизнь без границ в школе удивительных детей!».

Стабилизация эмоционального состояния ребенка, нетрадиционный подход к организации обучения и воспитания позволяют ребенку почувствовать уверенность в себе, в своих возможностях и востребованность в обществе. Мы активно включаемся в образовательный процесс и делимся с детьми своими результатами и достижениями. В системе дополнительного образования школьной образовательной площадки «Лиственничная аллея» широко представлены клубы и кружки, способствующие профессиональному самоопределению учащихся, в том числе объединения технической направленности с кабинетами, оборудованными для теоретических и практических уроков.

Применение электронных образовательных технологий позволяет сделать образовательный процесс более качественным, интересным и продуктивным.

Шубина И.И. куратор по УВР ШОП «Лиственничная аллея»
ГБОУ г. Москвы «Школа № 1454 «Тимирязевская»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ «МОСКОВСКАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ ШКОЛА» В АДАПТИРОВАННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

Аннотация: *В статье представлен опыт работы ресурсной школы по реализации нового типа образования с использованием IT-технологий для субъектов образовательного пространства, имеющих особые образовательные потребности.*

Ключевые слова: *образование, адаптивное, стандарт, сценарии урока, электронная платформа, рекомендации, задержка психического развития, интеллектуальные нарушения.*

GBOU city of Moscow “School № 1454 “Timiryazevskaya»

THE USE OF THE PLATFORM “MOSCOW E-SCHOOL” ADAPTED EDUCATIONAL SPACE AS A TOOL OF IMPLEMENTATION OF FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARDS

Abstract: *the article presents the experience of the resource school in the implementation of a new type of education using IT-technologies for the subjects of educational space with special educational needs.*

Keywords: *education, adaptive, standard, lesson scenarios, electronic platform, recommendations, mental retardation, intellectual disabilities.Shubina I. I. curator of OIA SHOP “ Larch alley»*

Президент России Путин В.В. отвечая по прямой линии на вопросы граждан, сообщил, что идею инклюзивного образования необходимо продвигать, то есть очень важно использовать включенное образование. Инклюзивное образование содержит в себе идеологию, которая исключает любую дискриминацию детей, обеспечивает равное отношение ко всем людям и формирует специальные условия для детей, имеющих особые образовательные потребности. Оно представляет собой процесс формирования всеобщего образования, который подразумевает доступность образования абсолютно для всех, благодаря чему обеспечивается доступ к образованию для особенных детей. Целью такого образования является создание без барьерной среды в обучении и профессиональной подготовке людей с ОВЗ и инвалидностью. Совокупность этих мер предполагает не только техническое оснащение образовательных учреждений, но и создание специализированных учебных курсов для преподавателей и других учащихся, направленных на развитие их взаимодействия с инвалидами. И в рамках осуществления этой цели огромное место педагоги общеобразовательных школ отводят деятельности в электронной платформе «Московская образовательная школа», дающей возможность в полной мере продемонстрировать включенность абсолютно всех учащихся в учебно-воспитательный процесс. На данный момент, можно уверенно сообщить, что ресурсы МЭШ помогают:

1. реализовывать подбор, сохранение и применение контента, расположенного в системе МЭШ с учетом специфики обучающихся.
2. проектировать образовательную область с целью обеспечения свойств инклюзивного образования.

3. создавать интерактивные занятия для различных категорий, обучающихся с ОВЗ в системе МЭШ.
4. конструировать занятие, содержащие план урока МЭШ, в том числе с применением оборудования, совместимого с МЭШ.

Платформа МЭШ представляется многоцелевым инструментарием при работе в системе инклюзивного образования, тем не менее, противники электронной платформы, заявляют о присутствии проблем, с которыми сталкиваются и дети, и взрослые. Мы не отрицаем данного факта, но мы научились преодолевать эти трудности.

Трудности, с которыми могут столкнутся ученики:

- трудности в построении общения с учителями и учащимися в порядке индивидуальных сообщений, небольшая осведомленность о нормах сетевого этикета;
- беспокойность и общепсихологический дискомфорт, спровоцированный недостаточной ИКТ-компетентностью;
- проблемы в распределении ролей при работе в команде;
- дефицит коммуникативных умений (способность слышать друг друга, способность задавать вопросы, способность отстаивать собственную позицию, кратко и решительно выступать и пр.);
- неспособность самоорганизовываться и целесообразно планировать самостоятельную работу с учебными материалами, целесообразно распределять время, отведённое на решение поставленного задания;
- трудности с пониманием содержания учебной программы;

Трудности, с которыми могут столкнутся учителя:

- проблемы в оценивании уровня личного участия ученика при работе в команде;
- трудности увеличения мотивации;
- проблемы при выборе стиля общения с отдельными учащимися;
- трудности в организации деятельности обучающихся с использованием тренировочных онлайн-курсов МЭШ на основе персональных специфик учащихся;
- трудности развития продуктивно работающих небольших учебных групп.

Трудности, с которыми могут столкнутся родители:

- проблемы в оптимальной организации распорядка дня;
- трудности в организации общения с преподавателями в сети.
- дискомфорт, спровоцированный малой ИКТ-компетентностью;
- трудности в составлении личного учебного графика;

Данные трудности допускается благополучно решать, в случае если преподаватель будет взаимодействовать с психологами школы и родителями учащихся. Так, например, каждому педагогу, работающему в МЭШ, нужны сведения о персональных отличительных чертах личности обучаемых (степени тревожности, характере мотивации, самооценке и пр.) и рекомендации по организации образовательного процесса для каждого учащегося, которые может предоставит ему психолог. Располагая данными такого рода, педагог будет иметь возможность установить нужный стиль общения с учащимся, а также разработать разумные пути разрешения вероятных конфликтных ситуаций, если таковые появятся в ходе обучения.

Это значит, что при работе с электронной платформой педагоги обязаны: понимать информационно-коммуникативную область МЭШ, индивидуальные характерные черты обучающихся, особенности межличностного взаимодействия учащихся в группах (классах), оказывать поддержку ученикам и их законным представителям в выборе персонального образовательного направления, базирующегося на персональных эмоциональных отличительных чертах определенного обучающегося и направленного на эффективное комбинирование различных конфигураций обучения с применением учебных онлайн-курсов МЭШ.

МЭШ выполняет три главные роли, отведенные для нее в инклюзивном образовании:

- для развития коммуникационных технологий;
- поддержка в ходе изучения подобных деятельности как чтение и письмо;
- использование МЭШ в качестве дидактического инструмента с целью формирования пригодной учебной среды.

Итак, МЭШ дает возможность создавать собственные сценарии урока, это означает, что у любого преподавателя есть возможность разрабатывать собственные уроки, которые будут одинаково увлекательны и полезны ребятам с различными типами ОВЗ, уроки, которые будут подготовлены педагогом после получения консультаций законных представителей и специалистов службы сопровождения. Учитель-логопед лучше всех даст советы о том, как научить ребенка с нарушениями развития речи, педагог-дефектолог сумеет посодействовать рекомендациями в рамках подготовки уроков в классах, где обучаются ребята с задержкой психического развития или интеллектуальными нарушениями и в классах, где учатся слабослышащие дети, а педагог-психолог всегда сможет дать консультацию по организации работы с детьми с расстройством аутистического спектра, а также по организации межличностного взаимодействия в той или иной учебной группе. На занятиях важно работать персонально с детьми, и в том тоже помогает платформа МЭШ, когда ученики выполняют задания разного типа на своих ноутбуках или планшетах. Сотрудничая со специалистами службы сопровождения всегда можно приспособить содержание урока для детей с различными нозологиями. Особенная значимость отводится в платформе МЭШ работе с детьми, которые обучаются на дому или по очно-заочной форме обучения. МЭШ гарантирует реализацию права на образование абсолютно для всех детей с ОВЗ или инвалидностью: и тех, чье обучение организовано дома, и тех, кто занимается в классе, и тех, кто в силу определенных факторов должен находиться в медицинском учреждении в стационаре. Каждое занятие может быть построено так, чтобы в сценарий включить задания, связанные с проблемами отдельных групп детей. К примеру, в урок истории всегда можно внедрить увлекательные исторические задачи на внимание и фантазию, упражнения для коррекции письма и чтения. Тесная взаимосвязь профессионалов при работе в электронной платформе МЭШ даст возможность создать сценарии урока, которые реализуют не просто ФГОС, но и ФГОС для детей с ОВЗ, ФГОС для детей с интеллектуальными нарушениями, а кроме того даст возможность охватить детей с временными проблемами, достичь итогов через систему закрепляющих, обобщающих уроков у детей, не посещающих учебные заведения по состоянию здоровья, как реализацию дистанционного, обучения на дому.

Махонина Е.П. руководитель ШОП «Лиственничная аллея»
ГБОУ г. Москвы Школа № 1454 «Тимирязевская»

ОРГАНИЗАЦИЯ ОЧНО-ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ШКОЛЕ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ СОЗДАНИЯ СБАЛАНСИРОВАННОГО ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Аннотация: *в статье представлен опыт работы школьной образовательной площадки для обучающихся с нарушением опорно-двигательного аппарата по организации очно-заочной формы обучения с применением дистанционных образовательных технологий как одно из направлений создания инклюзивного образовательного пространства, обеспечивающего систему непрерывности, преемственности и повышения качества образования.*

Ключевые слова: *обучение, нарушение опорно-двигательного аппарата, организация, очно-заочная форма, дистанционные технологии, образование.*

Mahonina E. P. head of SHOP " Larch alley»
GBOU Moscow School № 1454 "Timiryazevskaya»

THE ORGANIZATION OF THE PART-TIME LEARNING AT SCHOOL AS PART OF A BALANCED INCLUSIVE EDUCATIONAL SPACE

Abstract: *the article presents the experience of the school educational platform for students with disorders of the musculoskeletal system for the organization of part-time education with the use of distance learning technologies as one of the directions of creating an inclusive educational space that provides a system of continuity, continuity and improvement of the quality of education.*

Keywords: *training, violation of the musculoskeletal system, organization, part-time form, distance technologies, education.*

Сегодня очно-заочная форма получения образования становится одной из наиболее популярных, особенно для детей, обучающихся помимо школы в центрах дополнительного образования. Очно-заочная форма позволяет освободить учеников от ежедневных многочасовых занятий в школе и получить при этом полноценное образование.

Для нашей образовательной организации данная форма получения образования особенно актуальна, так как у нас обучаются дети-инвалиды, дети с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушение опорно-двигательного аппарата, а значит испытывающие трудности, связанные с совмещением учебы и лечения или реабилитации. Очно-заочная форма обучения наиболее удовлетворяет особым образовательным потребностям обучающихся с двигательной патологией. Она представляет собой сочетание очной и заочной форм, то есть часть предметов ребенок изучает в школе вместе со своими одноклассниками, а часть — дома в заочной форме, а в период нахождения в лечебном стационаре обучающийся полностью переводится на заочное обучение с дистанционной поддержкой образовательного процесса. Симбиоз двух форм обучения позволяет взять все лучшее от обеих: школьники не чувствуют себя оторванными от старых друзей и рационально распределяют время и на учебу, и на реабилитационные мероприятия. При этом учебные часы могут быть организованы более эффективно, чем при традиционных занятиях. Система очно-заочного образования устроена так, что каждый обучающийся обеспечивается индивидуальным учебным планом на основе типового. В соответствии с учебным планом составляется расписание уроков, В соответствии с ФГОС и с учетом особых образовательных потребностей обучающегося разрабатываются адаптированные рабочие программы по предметам с чет-

ким указанием контролируемых элементов содержания и форм контроля. Данный вид обучения позволяет обучающемуся самому дозировать нагрузки, выбирать подходящий темп учения. Промежуточная аттестации проводятся очно и дистанционно. Государственная итоговая аттестация в 9-х и 11-х классах проводятся только очно. По итогам ГИА выпускники получают документы стандартного образца о получении школьного образования в полном объёме. Дети с нарушением опорно-двигательного аппарата нуждаются в непрерывной психологической, логопедической, дефектологической, предметной коррекции. Коррекционно-развивающие занятия проводятся в рамках реализации учебного плана внеурочной деятельности. Кроме того, организована работа по привлечению обучающихся к участию в интеллектуальных марафонах, школьных, муниципальных и всероссийских турах олимпиад по общеобразовательным предметам, к проектной деятельности. Каждый год форма очно-заочного обучения обрастает новыми инструментами. Именно они определяют формат дистанционной поддержки образовательного процесса. Синхронное обучение — это онлайн- и офлайн-консультации, групповое онлайн-тестирование. Асинхронная форма — формат удаленной учебы через онлайн-переписку, самостоятельную подготовку по заранее предоставленным материалам. К числу основных особенностей, которые информационные технологии привнесли в очно-заочное обучение, следует отнести:

- возможность интерактивного взаимодействия между учителем и обучаемым в диалоговом режиме, которое, в ряде случаев, может приближаться по форме к взаимодействию при традиционном аудиторном обучении;
- быструю доставку учебных материалов в электронном виде;
- оперативный доступ к базам знаний, размещенным в сети Интернет;
- возможность тестирования знаний в дистанционном режиме;
- возможность прохождения виртуального лабораторного практикума;
- создание «виртуальных групп» (оперативное взаимодействие обучаемых между собой).

Для реализации образовательных программ с применением дистанционных образовательных технологий в школе созданы условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды, основанной на использовании новейших информационных технологий, обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Эта среда включает в себя:

- электронные информационные ресурсы;
- электронные образовательные ресурсы;
- совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств.

Отдельно стоит отметить, что учет и хранение результатов образовательного процесса и внутренний документооборот осуществляется в электронно-цифровой форме через использование ресурса Московской электронной школы, который позволяет контролировать успеваемость, отслеживать выполнение школьной программы, а также обеспечивать своевременное информирование всех заинтересованных лиц о ходе и результатах образовательного процесса. МЭШ — это еще и онлайн библиотека учебников, интерактивные сценарии уроков, виртуальные лаборатории. Уже сейчас в Библиотеке МЭШ более 23 тысяч сценариев уроков. МЭШ доступна онлайн — для всех и в любое время. Проверка ошибок, общение с учителями, домашние задания, материалы для подготовки к уроку, варианты контрольных и тестов — все это доступно родителям, учителям и школьникам с любых устройств. Использование тех или иных технологий планируется учителем в процессе разработки учебного курса. В курсе может использоваться как одна конкретная технология, так и сочетание нескольких технологий. При этом учитель руководствуется следующим принципом: если

дидактическая задача может быть реализована за счет применения более простых технологий, то предпочтение должно быть отдано именно им. Выбор в данной ситуации более сложных технологий не только не принесет ожидаемого результата, но и может отрицательно сказаться на результатах обучения. Заметим, что, несмотря на интенсивное развитие компьютерных технологий дистанционного образования, по-прежнему большое значение сохраняют учебные материалы, представляемые в печатном виде.

В целом, очно-заочная форма обучения для детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата — один из возможных путей решения проблемы обеспечения специальных условий в инклюзивных образовательных организациях, один из путей решения проблемы оптимального выбора индивидуального образовательного маршрута обучающегося, и обеспечение тем самым доступности качественного образования.

Макарин И.Н ШОП «Лиственничная аллея»
ГБОУ г. Москвы «Школа № 1454 «Тимирязевская»

РАБОТА В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАОВАНИЯ РЕСУРСНОЙ ШКОЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ, ИМЕЮЩИХ ИНВАЛИДНОСТЬ И (ИЛИ) ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗДОРОВЬЯ

Аннотация: *в статье представлен опыт работы ресурсной школы в системе дополнительного электронного образования, по предпрофессональному обучению в рамках реализации программы «Юный автомобилист».*

Ключевые слова*: ресурсная школа, дополнительное электронное образование, вождение автомобиля, ремонт, развитие технического мышления, творческая инициатива.*

Makarin I. N. SHOP "Larch alley»
GBOU city of Moscow "School № 1454 "Timiryazevskaya»

WORK IN THE SYSTEM OF ADDITIONAL EDUCATION RESOURCE SCHOOL EDUCATIONAL SITES AS A FACTOR OF FORMATION OF SOCIAL EQUIVALENCE OF STUDENTS WITH DISABILITIES AND (OR) DISABILITIES

Abstract*: the article presents the experience of the resource school in the system of additional e-education, pre-professional training in the framework of the program "Young motorist".*

Keywords*: resource school, additional e-education, car driving, repair, development of technical thinking, creative initiative.*

> Когда вам захочется предать свою мечту, заставьте себя работать ещё один день, неделю, месяц и ещё один год. Вы поразитесь тому, что произойдёт, если вы не сдадитесь.
> *Н. Вуйчич*

Общеизвестно стремление молодежи к технике вообще и к авто-технике, в частности. Автодвижение популярно и многочисленно по всей стране. Занятия автоделом развивают интерес молодежи к технике, создают благоприятные условия для самовыражения, помогают активному поиску своего дела в жизни. Навыки ремонта авто-техники, основные навыки вождения автомобиля и знание правил техники безопасности обязательно пригодятся молодому человеку в дальнейшем. Особенно, если речь идет о ребенке, имеющем статус «ребенок-инвалид», «ребенок с ограниченными возможностями здоровья». Именно поэтому несколько лет назад административной командой нашей школы было принято решение о начале обучения по Программе «Юный автомобилист», обеспечивающей необходимыми стартовыми техническими, теоретическими знаниями устройства автомобиля и формирующей основные навыки безопасного вождения автомобиля и правил дорожного движения.

Приобретение учащимися основных знаний и навыков, необходимых для мелкого ремонта, основы вождения автомобиля, развитие технического мышления, творческой инициативы и изобретательности могут способствовать максимальной безболезненной социаль-

ной адаптации наших выпускников. Используя современные информационные технологии в рамках системы дополнительного образования мы обучаем своих воспитанников:

- правилам охраны труда при работе с оборудованием и инструментами при ремонте автомобиля;
- практическим приемам работы с инструментом;
- правилам безопасности при запуске автомобиля;
- правилам дорожного движения;

В рамках занятий в кружке ребята знакомятся краткой историей автомобилестроения, с устройством автомобиля и принципами его работы, основными неисправностями, знакомятся со способами выявления основных неисправностей автомобиля и практическими приемами устранения основных неисправностей. Ковергентный подход в обучении способствует формированию чувства самоконтроля, формированию нацеленности на положительный результат. Предметными результатами являются доступные по возрасту сведения о правилах дорожного движения, об устройстве автомобиля и правилах его эксплуатации, знания правил охраны труда при работе с инструментами, знание специальной терминологии. Элементарные умения вождения автомобиля по несложной трассе, умения в работе со слесарными инструментами, умения оказания первой медицинской помощи при легких травмах. В начале становления кружка в нашем распоряжении был только один Малолитражный компактный автомобиль ВАЗ 11113 «Ока» и мы столкнулись с невозможностью проводить занятия одновременно со всеми детьми, ввиду различной нозологии заболеваний. Мы понимали, что и в будущем дети-инвалиды и дети с ОВЗ, столкнутся с трудностями социализации в обществе, трудностями в плане выбора профессии и в плане поиска своего места в жизни. Было принято решение ориентировать кружок «Юный Автомобилист» на адаптацию детей с ОВЗ в рамках предпрофессиональной подготовки. Администрация нашего образовательного комплекса приобрела компьютерный авто симулятор, он был адаптирован под детей с особыми образовательными потребностями так, что вне зависимости от специфики заболевания и его физиологических проявлений у ребенка, было возможно управление автомобилем. Возникла объективная закономерность в тщательном обучении Правилам Дорожного Движения. На базе ресурсной школьной образовательной площадки «Лиственничная аллея» был создано адаптированное электронное образовательное пространство, было установлено программное обеспечение по обучению теоретическому и практическому материалу, сформирован тестовый контент для последующей диагностики знаний наших обучающихся. Интерактивная информационная система обучения нашей образовательной организации является аналогом обучения в автошколах ГИБДД.

По завершении освоения теоретической части программного материала, возникла необходимость в отработке практических навыков наших воспитанников, не только на симуляторах, но и непосредственно с использованием автотранспортных средств и такие средства мы начали конструировать самостоятельно. Нам нужны были специальные транспортные средства с возможностью адаптации под любые условия управления. Для авто симулятора были сконструированы адаптированные сидения с возможностью регулирования педального блока по длине и высоте. Так появилось самодельное транспортное средство с двигателем внутреннего сгорания, особыми отличиями которого являются дублирующие инструменты управления для водителя. Модификация управления, устанавливаемого на автомобиль, зависит от вида нарушений опорно-двигательного аппарата. Наши обучающиеся перешли на новый качественный уровень предпрофессиональной подготовки. Для подтверждения полученных знаний, в рамках образовательного комплекса мы проводили мероприятия, где воспитанники блестяще демонстрировали техническое мастерство и умение работать в команде с нормотипичными детьми. Субъекты образовательного пространства обучаются умению работать в команде, наши воспитанники, не зависимо от выбранной про-

фессии, смогут впоследствии производить манипуляции по адаптированию своего рабочего места под любые условия. Реализация программ дополнительного образования для детей с ограниченными возможностями здоровья в едином потоке с нормотипично развивающимися ровесниками, как в отдельно взятом ученическом коллективе, так и в образовательной организации, в целом, решает целый ряд комплексных социально-педагогических задач. Наглядно выстраивается практика, при которой дети-инвалиды и дети с ограниченными возможностями здоровья совместно проживают процесс адаптации, коммуницирования в рамках образовательного пространства, что способствует успешной интеграции в современный социум.

Литвиненко И.Л. (ФГБОУ ИВО МГГЭУ),
Киянова Л.Д. (Ростовский филиал Российской таможенной академии)

ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОЛЛЕКТИВА

Аннотация: *В рамках настоящего исследования авторами предпринята попытка исследования составляющих инновационной деятельности педагогического коллектива, а также выявления направления развития инновационного потенциала сотрудников образовательного учреждения, в том числе инклюзивного типа.*

Ключевые слова: *инновационная деятельность, инновационная деятельность в образовательном учреждении, педагогическая инноватика.*

Litvinenko I.L. (UNIVERSITY IVO MGGER),
L.D. Kiyanova (Rostov branch of the Russian customs Academy)

INNOVATIVE ACTIVITY OF THE TEACHING STAFF

Abstract: *in the framework of this study, the authors attempt to study the components of innovative activity of the teaching staff, as well as to identify the direction of development of innovative potential of employees of educational institutions, including inclusive type.*

Key words: *innovative activity, innovative activity in educational institution, pedagogical innovation.*

Анализ инновационной деятельности образовательного учреждения в современном мире все больше набирает популярность среди молодых ученых. Стоит заметить, что данная тенденция небеспочвенна. В настоящее время руководящие органы в сфере образования заинтересованы в построении работы, которая способствовала бы повышению уровня образования среди населения, в поиске новых путей развития. Особенно данный вопрос актуален для инклюзивных образовательных учреждений. Для того, чтобы пронаблюдать вектор развития инновационного потенциала сотрудников образовательного учреждения необходимо определить сущность инновационной деятельности в целом. Данное явление можно изучить через призму трех составляющих: инноватики, творчества, деятельностного подхода и коллективного субъекта [7]. Данные категории помогут систематизировать этапы развития педагогического коллектива в процессе инновационной деятельности, выявить специфику, а также изучить механизм развития инновационного потенциала.

Одним из основных направлений деятельности сотрудников образовательного учреждения является инновационная деятельность [4]. По нашему мнению, инновационная деятельность содержит в себе неординарный подход к изучаемому процессу или объекту в конкретном образовательном учреждении. Для большего понимания термина нам необходимо обратиться к исторической ретроспективе. Термин «инновация» впервые встретился в исследованиях культурологов в XIX веке и подразумевал под собой «введение некоторых элементов одной культуры в другую», а в XX веке большое внимание отводилось изучению закономерностей технических нововведений. Современное толкование «инновации» [14] впервые предложил австрийский экономист И. Шумпетер в 30-х годах XX века, под которым понимал «новшество», «нововведение». Системно изучение инновации началось в конце 50-х годов XX века в США и Западной Европе. В исследованиях американских и английских ученых (Дж. Бассет, Д Гамильтон, Р. Хейвлок и др.) прежде всего, освещались проблемы руководства инновационными процессами. Что касательно изучения инноваций в отечественной науке, то тут точкой отсчета можно считать 80-е года XX века. Исходя

из накопленных знаний в процессе изучения инноваций появилось еще одно направление: психология управления, как самостоятельная отрасль научного знания, посвященная инновациям в педагогической деятельности, со своим категориальным аппаратом, законностями, методами исследования. В процессе изучения появилась потребность в изучении инновационной педагогической деятельности. Именно с этого момента можно очертить контуры будущего научного направления, получившего название «педагогическая инноватика». Изучая термин «инновация», невозможно прийти к единому пониманию данного термина. Большинство научных авторов в данной области по-разному понимают сущность инновационного процесса. Отсюда можно сделать вывод, что инновация, а также использование инновационной деятельности в процессе педагогической деятельности вызывает все больший интерес у молодых ученых. Например, в понимании В.В. Антонюк инновация содержит в себе социально-психологическое качество деятельности. А.И. Пригожин [10] видит инновацию как процесс создания и использования нового опыта, связанного с изменениями в социально-образовательной среде. Через призму преобразований и изменений в образе деятельности, стиле мышления педагога просматривают К. Ангеловски [2], М.В. Кларин [5] понятие «инновация». А Т.Г. Браже и С.Г. Вершловский инновацию понимают как фактор стимулирования профессиональной активности педагогов. В педагогической литературе под инновацией понимается актуально значимые и системно самоорганизующиеся новообразования, возникающие на основе разнообразия инициатив и новшеств, которые становятся перспективными для эволюции образования и позитивно влияют на его развитие. К нашему понимаю термина «инновация» более близка позиция Н.И. Лапина, который определяет инновацию «как комплексный процесс создания, распространения и использования нового практического опыта для удовлетворения человеческих потребностей, меняющихся под воздействием закономерного развития общества, а также сопряженные с данным новшеством изменения в социальной и вещественной среде». Отечественный процесс изучения инновации ведется в двух направлениях: социологическом и социально-психологическом. В первом направлении авторы (Ю.О. Вооглайд, Н.И. Лапин, А.И. Пригожий, Б.В. Сазонов и др.) рассматривают нововведения в рамках социальной среды, изучают роль структурных особенностей организаций. Представители второго направления (Г.М. Андреева, В.И. Антонюк, Н.А. Ильина, Б.Д. Парыгин) рассматривают отношения, социальные установки работников относительно инноваций, социально-психологические особенности личности и коллектива в процессе введения новшества. В трудах представителей первого из указанных научных направлений разработаны основы категориального аппарата общей инноватики. Все попытки его изменить, дополнить, «корректно перенести», то есть «внести свой вклад», являются сами по себе примерами «относительной новизны», а если быть точнее — псевдоновизны и наиболее распространенной ее формы варификации — «не столько лучше, сколько иначе».

По нашему мнению, корректно инновацию рассматривать как «целенаправленное изменение, вносящее в среду внедрения (организацию, общество и т.д.) новые, относительно стабильные элементы». Нововведения под собой подразумевают новый взгляд на существующую проблему. Таким образом, инновация направлена на качественное решение существующего вопроса. В отечественной науке инновация изучается с точки зрения теоретической и практической части путем внедрения существующего опыта в образовательных учреждениях. Представителями данного направления являются А.А. Арламов, Ю.К. Бабанский [3], А.Н. Бойко, В.И. Журавлев, В.В. Краевский, М.М. Поташник [9], М.Л. Скаткин [11], Я.С. Турбовский [13] и др. Близкую для нашего понимания позицию занимает в своих исследованиях А.Я. Наин [8], отмечая, что «инновационная деятельность обычно трактуется как деятельность всех лиц, вовлеченных в процесс обновления содержания образования». Однако более всего нашему исследованию соответствует позиция М.В. Рац и

М.Т. Ойзермана, утверждающих, что «инновационная деятельность не есть деятельность какого-то особого типа (как научные исследования или проектирование), а представляет собой сложную связку, структуру из многих разнотипных деятельностей: это конструирование, обеспечивающая его наука, проектирование, мониторинг, программирование и прогнозирование». Говоря о сущности инновации, то тут стоит отметить, что данный процесс необходимо рассматривать черед призму творчества. В российской практике стоит заметить, чаще проводят аналогию между творческой и инновационной деятельностью. Отсюда возникает вопрос: является ли инновация равносильной по своему значению творческой деятельности? Или же творческая деятельность является первоначальным звеном и выступает в качестве двигателя инновации? По нашему мнению, задача управленческого звена подобрать педагогов, которые обладают творческим потенциалом, а также поставить перед ними задачи, которые могли бы раскрыть этот потенциал. Черты творческой деятельности проявляются не одновременно при решении каждой проблемы, а в различном сочетании и с разной силой. Можно сделать вывод, что инновационная деятельность не возможна без применения творческого подхода.

Основным критерием инновации является активность. Под ней мы будем понимать способность социального субъекта изменять и преобразовывать окружающую действительность — способность, которая оценивается со стороны объективной результативности этого преобразования, меры фактического участия субъекта в тех или иных видах социальной деятельности, включая и инновационную. По мнению К.А. Абульхановой-Славской [1], позицию субъекта можно рассматривать как комплексную характеристику психологических режимов деятельности в соответствии со способностями, состояниями, отношением субъекта к задаче, его стратегией, тактикой и объективной динамикой деятельности. Стоит заметить, что при анализе научных работ мы выявили отсутствие детального изучения коллективного субъекта, как правило, в работах указана инновационная деятельность индивидуальных субъектов. Тем ни менее, необходимо отметить, что работа педагога представляет собой результат коллективного действия, а не отдельно взятого субъекта, следовательно, рассматривать работу педагога невозможно вне коллектива. Обоснование соотношения общественного и индивидуального в деятельности заключает в себе идею активной жизненной позиции, поскольку вне общественных устремлений личности, по мнению Б.Ф. Ломова, обедняется любой вид деятельности. Речь в данном случае идет о проблеме совместной деятельности, которая для педагогического процесса является весьма важной, так как именно в ней обнаруживается значение индивидуальной деятельности, привносящей в общую деятельность своеобразие, обогащающее коллективную деятельность. При этом, важно понимать, что мы вправе говорить об индивидуальной педагогической деятельности, но в то же время ее общий конечный результат носит коллективный характер и является результатом деятельности коллективного субъекта — педагогического коллектива. Важно отметить тот факт, что в своих трудах В.А. Сухомлинский [12] сформулировал следующие основные принципы коллективной организации деятельности педагогов:

- формирование интереса к определенной проблеме учебно-воспитательной работы;
- освоение проблем, разработанных педагогической наукой, каждый раз открывающихся перед творчески работающим педагогом по-новому, как только он становится посредником между теорией и практикой;
- определение важнейших обобщений, навыков и умений, которыми должны овладевать воспитанники;
- выявление индивидуальных интересов, способностей и возможностей педагогов и рациональное использование их в процессе учебно-воспитательной работы.

Парадоксально то, что не всякая деятельность, которая протекает в коллективе, по существу является коллективной. Отсюда необходимо разобраться, что представляет

собой работа в коллективе и насколько она индивидуальна для отдельно взятого субъекта [11].

Деятельность педагогов является коллективной, если:

- планируемый результат деятельности осознается как единый, требующий объединения усилий всех членов коллектива;
- организация деятельности предполагает четкое и однозначно понимаемое разделение функционала;
- в процессе деятельности формируется положительный эмоционально-психологический климат, управленческая функция контроля перерастает в самоконтроль и самоорганизацию самих членов коллектива.

Обобщая изученную литературу можно сделать вывод, что не существует общепринятого понимания «коллективного субъекта». Нам наиболее близко понимание А.Л. Журавлева, который под «коллективным субъектом» понимает «всякую совместно действующую или ведущую себя группу людей.

При этом, всякая совокупность людей, проявляющая себя через любые формы поведения, отношения, деятельности, общения, взаимодействия и т.п., есть коллективный субъект» [15, 16].

Необходимо выделить критерии, которые будут свидетельствовать о коллективе. На наш взгляд, существует три важнейших признака: взаимосвязанность и взаимозависимость членов группы; совместная активность; способность к групповой саморефлексии. Но также необходимо выделить четвёртый признак, который вызывает особое внимание — это инновационный потенциал [15]. Здесь стоит понимать способность к саморазвитию и реализации в сфере образования инновационных идей, проектов и технологий. Характеристикой инновационного потенциала может выступать способность создавать и применять новшества, а также способность отказа от устаревшей модели решения задач.

На основании собственного опыта и анализа специальной литературы мы считаем целесообразным выделение трех уровней инновационного потенциала педагогического коллектива:

- низкий уровень — коллектив не способен разрабатывать и адаптировать у себя известные новшества, способствующие и развивающие воспитательную систему образовательного учреждения. Возможны лишь единичные, частные, так называемые «локальные» [6] новшества на индивидуальном педагогическом уровне;
- средний уровень — педагогический коллектив способен не только адаптировать у себя известные новшества, но также их комбинировать, приводя тем самым к изменению отдельные блоки воспитательной системы;
- высокий уровень — педагогический коллектив сам способен разрабатывать новшества и экспериментально их проверять. При этом разрабатываемые или применяемые новшества могут приводить к изменению всей воспитательной системы образовательного учреждения в целом.

Обозначенные уровни инновационного потенциала педагогического коллектива существенным образом зависят от управления им, уровня квалификации и профессиональной подготовки членов педагогического коллектива, особенностей ближайшего социального окружения, сформированности социального заказа, участия общественности в процессе управления образовательным учреждением.

Уровень инновационного потенциала также в существенной степени будет зависеть от источника предлагаемых к разработке или реализации инновационных идей и инициатив. Данные источники могут быть внешними и внутренними. К первым относятся нормативные документы, существующие уже концепции, научно-методические разработки; социальный заказ ближайшего окружения. Внутренними источниками могут выступать руководители

образовательного учреждения, отдельные воспитатели, учителя, группы, субъекта деятельности — педагогическом коллективе образовательного учреждения.

На основе вышесказанного мы сформулировали рабочее понятие инновационной деятельности педагогического коллектива, которую мы определяем, как полифункциональную деятельность коллективного субъекта (педагогического коллектива) по достижению им нового результата совместной деятельности посредством новизны процесса, с помощью которого этот результат достигается.

Литература

1. *Slavskaya K.A*. Strategy of life, publishing house “Thought”, 1991.
2. *Angelovski K*. Teachers and innovations. Teacher’s book. – M.: Education. – 19 p.
3. *Babanskij IU. K*. the Problem of increase of efficiency of pedagogical studies. – M.: Pedagogy, 1982. – 192 p.
4. *Gorbunova N. In*. Intra-school management: theories and experiences of pedagogical and managerial innovations. – M., 2010.
5. *Klarin M.V*. Innovation in the global pedagogy: learning through research, games and discussions. (Analysis of foreign experience). – Riga.: 1995. – 176 p.
6. *Kovaleva T.M., Kobasa E.I., Popova (Smolik) S. Yu., TERS, A.A., M.Y*. Cheredilin Profession “tutor”. – M. – Tver: “SFK-office”. – 246 p.
7. *Maslov E.V*. Personnel Management of enterprises. – M.: INFRA-M, 1998. – 46 p.
8. *Nayn A.Y*. Innovation in education / Chapter. UPR. prof. - tech. education of administration of Chelyabinsk. region, In-t prof. education M-VA education of Russia, Chelyabinsk. phil. – Chelyabinsk: Chelyabinsk. phil. Institute of professional education, 1995. – 280 p.
9. *Potashnik M.M*. Innovative schools of Russia: formation and development. – M.: New school, 1996. – 17 p.
10. *Prigozhin A.I*. Innovatika — why is it? // Problems of management theory and practice. – 1998. — №2. — P. 25–34.
11. *Skatkin M.N*. Methodology and methods of pedagogical research. – M.: Pedagogy, 1986. – 150 p.
12. *Sukhomlinsky V.A*. the problems of education fully developed personality // History of pedagogy in Russia / V.A. Sukhomlinsky. – Moscow: Education, 1999. – 485 p.
13. *Turbovsky J.C*. Means and methods of pedagogical action. – M.: Knowledge, 1980. – 94 p.
14. *Schumpeter I*. Capitalism, socialism and democracy, CH. 2. – M., 1995.
15. *Gaisina L.M., Bakhtizin R.N., Mikhaylovskaya I.M., Khairullina N.G., Belonozhko M.L.* Social technologies as an instrument for the modernization of social space in the social and labor sphere // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – T. 12. – № 3. – Pp. 2947–2958.
16. *Gaisina L.M., Belonozhko M.L, Maier V.V., Abdrakhmanov N. Kh, Sultanova E.A.* Deliberate reorganization of the system of social relations in oil and gas companies in the period of changes in economics // Espacios. – 2017.

Гайсина Л.М., Левашов Д.А. «ФГБОУ ВО УГНТУ»

ТРУДОВОЙ КОЛЛЕКТИВ КАК ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Аннотация: *В статье рассматривается специфика трудового коллектива как института социальной реабилитации людей с ограниченными возможностями, а также основные формы социально-трудовой реабилитации*

Ключевые слова: *реабилитация людей с ограниченными возможностями как функция социализации, трудовой коллектив как институт социальной реабилитации*

Gaysina L.M., Levashov D.A. «FSBEI UGNTU»

THE LABOR COLLECTIVE AS AN INSTITUTION OF SOCIAL REHABILITATION OF PEOPLE WITH DISABILITIES

Annotation: *The article deals with the specifics of the labor collective as an institution of social rehabilitation of people with disabilities, as well as the main forms of social and labor rehabilitation*

Keywords: *rehabilitation of people with disabilities as a function of socialization, labor collective as an institution of social rehabilitation*

Российское общество, претендуя на статус развитого демократического и правового государства, должно тратить часть общественных ресурсов на предоставление равных возможностей для людей с ограниченными возможностями и дать им возможность реализовать право на труд. В этой связи идея метода интеграции инвалидов в общество должна основываться на научных знаниях социально значимых возможностей инвалидов, их статуса и роли в общественной жизни и потребностей инвалидов и общества в целом. Однако данная точка зрения не всегда поддерживается современной российской социальной политикой и отражается в мерах, которые она реализует. Кроме того, в социологических теориях есть определенные пробелы, которые делают невозможным полную оценку социального потенциала людей с ограниченными возможностями, включая их потенциал для участия в трудовой деятельности. Социальная поддержка, оказываемая государством инвалидам трудоспособного возраста, в основном заключается в обеспечении материальных аспектов их жизни и занятости, что также рассматривается как мера по улучшению физического состояния инвалидов.

Необходимо провести более глубокое социологическое исследование факторов, влияющих на уровень и степень интеграции людей с ограниченными возможностями в общество, изучение условий труда с учетом их профессиональной реабилитации.

Мы рассматриваем реабилитацию в рамках компенсаторной функции социализации [2]. Для людей с ограниченными возможностями данная функция приобретает особое значение. В ходе реабилитации индивид может рассчитывать на воспроизводство недостаточных психофизиологических характеристик, тем самым активируя свою способность бороться с болезнью. Эта функция направлена на формирование способности противостоять стереотипу общественного мнения и адаптации людей с ограниченными возможностями к полноценной жизни в обществе [4].

Мы считаем, что социальная реабилитация инвалидов напрямую направлена на разрешение трудностей в выполнении конкретных социальных функций, и поэтому ее можно отнести к процессу ресоциализации [1]. Напомним, что ресоциализация — это усвоение но-

вых социальных норм и ценностей вместо ранее утраченных [7]. Значение ресоциализации заключается в том, что когда человек сталкивается с новой информацией, которая не соответствует его прежним ценностям и нормам, они пересматриваются - ресоциализируются. В каждом индивидуальном случае ресоциализация поверхностна или интенсивна, глубока, сопровождается жизненным циклом человека.

Социальная реабилитация — это комплекс мер, направленных на восстановление индивидуальных прав, социального статуса, здоровья и способностей [3].

Основными целями социальной реабилитации являются: оказание помощи нуждающимся в социальной адаптации, а затем их интеграция в окружающую среду, помощь в определении жизненных перспектив и выборе путей их реализации, а также развитие навыков общения.

Работа должна основываться на принципах индивидуальности, последовательности и непрерывности, доступности, своевременности и поэтапного подхода.

Виды социальной реабилитации должны включать социально-медицинскую реабилитацию, социально-психологическую реабилитацию, реабилитацию социального образования, профессионально-трудовую реабилитацию и социально-средовую реабилитацию.

Социальная реабилитация должна осуществляться на уровне федеральном, региональном, местном, а также индивидуальном и групповом, поскольку только комплексная работа всех социальных институтов может добиться необходимых положительных результатов.

Конечно, одной из основных трудностей в социальной реабилитации является гетерогенность людей, нуждающихся в помощи, потому что каждая категория имеет свои особенности в физических, психологических и медицинских планах. Для каждой категории необходимо разработать конкретные формы помощи, которые наиболее эффективны для нее.

Наиболее насущной нерешенной проблемой является необходимость реализовать все сферы социальной реабилитации в рамках индивидуальной программы реабилитации, которая позволяет учитывать психо-физиологические и физические характеристики клиента и связанный с ним реабилитационный потенциал. В то же время важно сказать, что этот план является добровольным и должен включать деятельность не только специалистов, но и самого клиента.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что технология социальной реабилитации является одной из важнейших и необходимых технологий социализации, поскольку она позволяет человеку вернуться в общество, вернуть или получить новый социальный статус и обрести новую независимую социальную роль.

Социальная реабилитация людей с ограниченными возможностями осуществляется многими социальными институтами, среди которых особое значение приобретает трудовой коллектив.

Проблема трудовой социализации наиболее активно изучалась в советский период нашей истории. Традиционно в советской литературе трудовые коллективы считались основной единицей нашей социально-экономической, политической и духовной жизни [10, 11]. С началом социально-экономического кризиса в России политическая экономия постепенно стала вытесняться курсами экономики. В новых экономических и образовательных технологиях не было места для изучения социального потенциала коллективной рабочей силы в меняющихся социальных и экономических реалиях [6, 9]. Однако из-за растущих социальных и экономических трудностей при переходе к рыночной экономике было установлено, что игнорирование коллективной проблемы труда стало основным препятствием на пути к достижению конечной цели - создания эффективной рыночной экономики и а также осуществления государственных программ для всех категорий населения, нуждающихся в поддержке через трудовую реабилитацию.

Опираясь на исследования Лебедевой Л.Г., мы понимаем под профессиональной и трудовой реабилитацией формирование новых или восстановленных трудовых и профессиональных навыков и последующей занятости [8]. Реформирование трудовых ресурсов лиц с ограниченными возможностями включает разработку гарантированных государством программ, профессиональной подготовки и трудоустройства инвалидов на основе их состояния здоровья, квалификации и личных предпочтений. В соответствующих реабилитационных учреждениях, организациях и на рабочих местах осуществляются профессиональные меры по реабилитации трудоспособности.

Основное внимание в социальной и трудовой реабилитации в рабочих коллективах уделяется восстановлению или развитию навыков работы. Она протекает в различных формах. Рассмотрим основные формы социальной реабилитации в трудовых коллективах [5]:

Трудовое обучение. Характеризуется личной подготовкой к достижению социально значимых качеств, определенных знаний и профессиональных навыков. Усвоенные навыки должны иметь личные и социальные ценности и практическую ориентацию [13]. Как аналог профессиональной подготовки, это важная часть процесса реабилитации.

- Трудовая занятость. Включает в себя основные элементарные бытовые мероприятия, включая самообслуживание, поддержание чистоты и создание комфорта. Первичная хозяйственно-бытовая деятельность позволяет лицам с ограниченными возможностями устанавливать социальные связи между собой и окружающими людьми, предоставляя возможность лучше управлять окружающей средой. Занятость инвалидов связана с профессиональным руководством и реабилитацией инвалидов, включая переподготовку и повышение квалификации.
- Трудоустройство. Это набор социальных и правовых норм, которые способствуют реабилитации и обеспечивают ее использование в рабочих мероприятиях. Трудоустройство, как правило, осуществляется в следующих областях: штатные должности в школах-интернатах и занятость на внешних объектах [12]. Занятость вне интернатов усиливает социальные отношения, расширяет социальный опыт и создает условия для лучшей социальной интеграции.
- Трудовая терапия. Целенаправленное участие в работе, влияющее на психофизиологические функции посредством работы и оптимальной реабилитации. В качестве терапевтического фактора труд способствует развитию интеллекта и тела, нормализации физиологических функций организма, коррекции двигательной функции и улучшению общего психофизиологического состояния.

Важным аспектом проблем социальной и трудовой реабилитации является индивидуальность каждого клиента, характеристики условий жизни, личные характеристики, которые необходимо учитывать при работе с конкретным лицом.

Трудовая терапия характеризуется способностью дозировать нагрузку для людей с ограниченными возможностями. То есть можно контролировать разнообразие рабочих заданий, их сложность и продолжительность исполнения. Измеряя вероятность нагрузки, вы можете измерить природу рабочей силы на основе индивидуальных характеристик и возможностей. Труд стимулирует поток физических процессов, дисциплину, мобилизацию воли, учит концентрации, создает хорошие эмоции и направляет отдельные действия на продуктивные, существенные и удовлетворяющие действия. Трудовая реабилитация направлена на восстановление навыков общения в трудовом процессе и создание чувства принадлежности к общему делу. Когда люди с умственными недостатками участвуют в трудовой деятельности, они обучаются элементарным трудовым навыкам, занятости и дальнейшей социальной интеграции.

В процессе профессиональной терапии будут происходить следующие изменения: преодоление психологических комплексов, формирование личности, межличностных отноше-

ний, улучшение уровня адаптации человека в обществе [12]. Организация трудотерапии выдвинула множество требований: наличие различных рабочих процессов, ее постепенное усложнение, психологический комфорт, поддержание интереса к работе и жизни и постоянный мониторинг со стороны тренера и лечащего врача.

Трудовые действия должны соответствовать личным интересам и возможностям, поощрять творчество и независимость, стимулировать устойчивость и приносить удовлетворение.

В практике социальной и трудовой реабилитации широко используются следующие методы развития навыков самообслуживания и формирования социальной и семейной ориентации:

- моделирование образовательных контекстов, когда нужно выбрать решение из нескольких вариантов;
- упражнения — это организованная деятельность, которая предполагает неоднократное повторение определенного поведения для разработки навыков;
- инструкции — это указание того, как выполняются определенные действия, порядок операций и способы их использования.

Бытовой труд нуждается в способности планировать предстоящую работу, анализировать ее и осуществлять самоконтроль. Социальные и трудовые курсы обеспечивают условия для активного участия инвалидов в общественной жизни. В этой области проверяются навыки моделирования типового коммуникативного поведения в жизни.

Для людей с ограниченными возможностями работа — это средство компенсации нарушений, которое влияет на поведение человека [12–13]. В процессе трудовой деятельности улучшается речевая функция, пространственная ориентация, увеличивается осмысленность в восприятии окружающего мира, формируются ответственность и независимость.

Подводя итог, следует сделать вывод, что ставшие классическими подходы к социальной работе с людьми с ограниченными возможностями не раскрывают потенциальные возможности трудового коллектива как социального института социальной реабилитации. Для реформирования реабилитационного процесса необходимо, чтобы наука была дополнена данным социологических исследований и осмыслением проблемы на должном теоретическом уровне. Таким образом, для успешного решения этой проблемы необходим комплексный подход и междисциплинарные исследования.

Литература

1. *Gaisina L.M., Mikhaylovskaya I.M., Khairullina N.G., Ustinova O.V., Shakirova E.V.* The role of the media in the spiritual and moral evolution of society // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Т. 6. – № 5. – S 2. – С. 93–101.
2. *Gavrilyuk T.V., Garabazhii V.A., Gaisina L.M., Gabdrakhmanova L.N., Burenina I.V.* The dynamics of the global youth subcultures and movements: the Russian context. // Global Media Journal. – 2016. – Т. 2016. – С. 1–9.
3. *Gaisina L.M., Gareev E.S., Valitova N.E., Khairullina N.G., Ustinova O.V.* Corporate staff identity as a factor of increasing labor productivity // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Т. 6. – № 5. – С. 274–285.
4. *Ustinova O.V., Rudov S.V., Kostyleva E.G., Grogulenko N.V., Kulishova N.D.* The processes of globalization in the russians' views // Man in India. – 2016. – Т. 96. – № 7. – С. 2165–2177.
5. *Gaisina L.M., Belonozhko M.L, Tkacheva N.A., Abdrakhmanov N. Kh, Grogulenko N.V.* Principles and methods of synergy modeling of management system at oil and gas sector's enterprises // Espacios, 2017. – Vol. 38 (№ 33).

6. *Gaisina L.M., Barbakov O.M., Koltunova Y.I., Shakirova E.V., Kostyleva E.G.* Social management systems' modeling based on the synergetic approach: methods and fundamentals of implementation // Academy of Strategic Management Journal. – 2017. – Т. 16. – № Specialissue1. – С. 83–95.
7. *Bakhtizin R., Evtushenko E., Burenina I., Gaisina L., Sagitov S.* Methodical approach to design of system of the logistic centers and wholesale warehouses at the regional level // Journal of Advanced Research in Law and Economics. – 2016. – Vol. 7. – № 1(15). – Pp. 16–25.
8. *Лебедева Л.Г*. Трудовой коллектив как форма социализации личности. Дисс. ... канд. филос. наук: 09.00.11. – Екатеринбург, 2005. – 175 с.
9. *Гайсина Л.М*. Персонал новой формации: нефтегазовый комплекс России // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. – 2014. –№ 3. – С. 9–12.
10. *Gaisina L.M., Bakhtizin R.N., Mikhaylovskaya I.M., Khairullina N.G., Belonozhko M.L*. Social technologies as an instrument for the modernization of social space in the social and labor sphere // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2015. – Т. 12. –№ 3. – Pp. 2947–2958.
11. *Gaisina L.M., Belonozhko M.L, Maier V.V., Abdrakhmanov N. Kh, Sultanova E.A*. Deliberate reorganization of the system of social relations in oil and gas companies in the period of changes in economics // Espacios, 2017. – Vol. 38 (№ 48). – P. 12.
12. *Дегтева Л.В., Литвиненко И.Л*. Социально-экономические условия как определяющий фактор развития инклюзивного образования / В сборнике: Инвалид в XXI веке: образование, трудоустройство, социальная интеграция Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Московский государственный гуманитарно-экономический университет. – 2015. – С. 46–54.
13. *Литвиненко И.Л.* Человеческий капитал в стимулировании экономики: зарубежный опыт / В сборнике: Актуальные социально-экономические проблемы современного мира: наука и практика материалы VI Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор И.Я. Либин. – 2013. – С. 25

Тимохин Д.В. к.э.н., доцент
кафедра Экономики и инноваций «МГГЭУ»

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И АБИЛИТАЦИИ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация: *В статье рассмотрены экономические проблемы, решение которых необходимо для обеспечения социально эффективного развития сферы реабилитации и абилитации лиц с ограниченными возможностями с использованием современных технологий. Рассмотрена актуальность данных проблем с точки зрения насущных потребностей инвалидов в 2018 году и проведен обзор мер, реализуемых государством для решения указанных проблем. На основе передового опыта зарубежных стран и отдельных регионов России предложены направления совершенствования сферы реабилитации и абилитации лиц с ограниченными возможностями с использованием современных технологий.*

Ключевые слова: *реабилитация, абилитация, цифровые технологии, интернетиздания, государственная поддержка, финансирование, экономика, оптимизация.*

Timokhin D.V. Ph. D., associate Professor
Department of Economics and innovation (MSU)

ECONOMIC ASPECTS OF DEVELOPMENT OF THE SPHERE OF VOCATIONAL REHABILITATION AND HABILITATION OF PERSONS WITH DISABILITIES WITH THE USE OF IT TECHNOLOGIES

Annotaiont: *The article deals with the economic problems, the solution of which is necessary to ensure the socially effective development of rehabilitation and habilitation of persons with disabilities using modern technologies. The relevance of these problems from the point of view of the urgent needs of people with disabilities in 2018 is considered and the measures implemented by the state to solve these problems are reviewed. On the basis of the best practices of foreign countries and individual regions of Russia, the directions of improving the sphere of rehabilitation and habilitation of persons with disabilities using modern technologies are proposed.*

Keywords: *rehabilitation, habilitation, digital technologies, Internet publications, state support, financing, economy, optimization*

Экономическая проблематика развития сферы реабилитации и абилитации лиц с ограниченными возможностями с использованием современных технологий включает в себя вопросы, касающиеся организации цикла процессов производства, распределения, перераспределения, обмена и потребления ресурсов в рамках обеспечения устойчивого процесса реабилитации и абилитации инвалидов с привлечением высоких технологий. Графическая интерпретация указанной проблематике применительно к российской действительности указана на *рис. 1*. Центральное место среди указанных на рисунке проблем занимает проблема организации обратной связи с получателями конечного продукта в сфере реабилитации и абилитации. Право на принятие решения о выделении средств на реабилитацию и абилитацию инвалидов в России закреплено за Правительством РФ в рамках распределения государственного бюджета (принимается Государственной Думой РФ). В соответствии с действующим Федеральным бюджетом в 2018–2020 гг. предусмотрено выделение более 90 млрд рублей на реабилитационные цели для практически 2 млн инвалидов. Распределение финансирования осуществляется в рамках федерального

переченя реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду.

Данный перечень включает в себя 26 наименований и не содержит позиций, относящихся к товарам ИТ-экономики (софт, специализированое компьютерное оборудование,

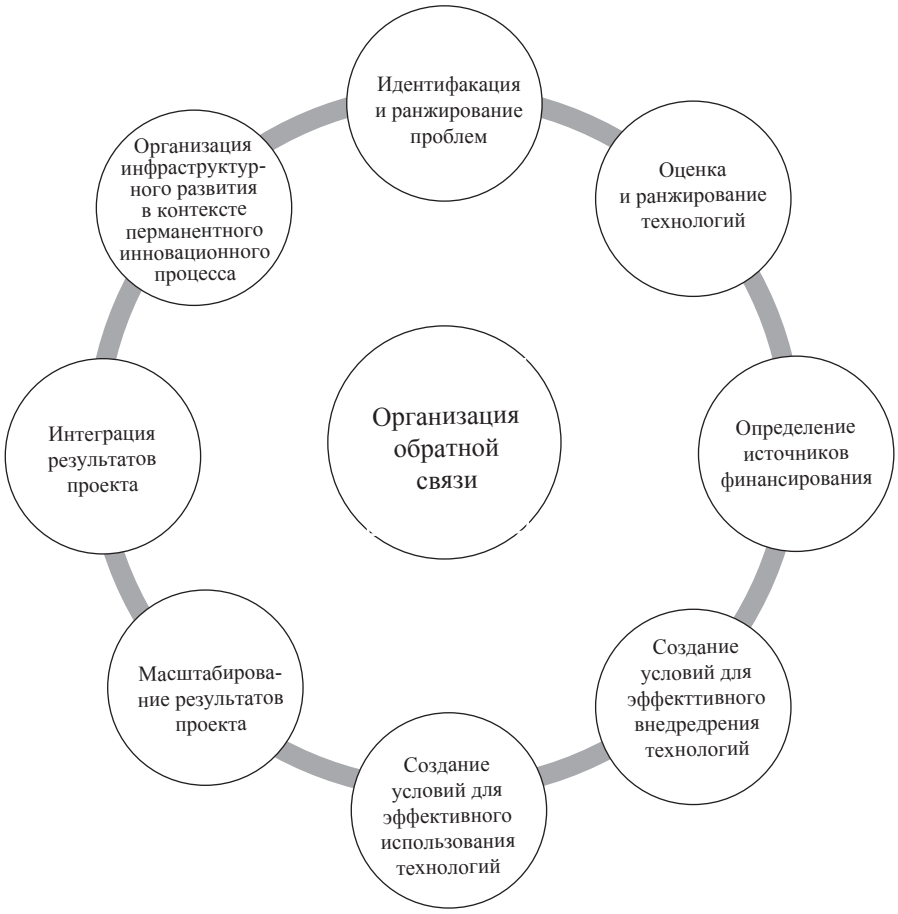


Рис. 1. Экономический цикл движения ресурсов в рамках сферы реабилитации и абилитации лиц с ограниченными возможностями с использованием современных технологий
Источник: составлено автором на основе: [8], [10].

специализированные коммуникационные товары и т.д.). Данное обстоятельство создает затруднения, связанные с продвижением ИТ-технологий на рынок средств реабилитации и абилитации инвалидов.

Производителями имеющегося на рынке немногочисленного специализированного программного обеспечения и «железа», используемого для реабилитации и абилитации инвалидов являются преимущественно иностранные производители. Их продукция, расчитанная на клиентов из стран ОЭСР и потому весьма дорогая, стала малодоступной финансовом смысле после 2014 года в связи у увеличением курса доллара США и, соответственно, цен производителя, номинированных в долларах США, вдвое. Например, цены на софт для инвалидов по зрению варьируют от 5 до 300 тыс. рублей (с учетом необходимого оборудования и работы специалистов, серия daizy).

Решением сложившейся проблемы могло бы стать импортозамещение производства оборудования и программного обеспечения, поступающего из-за рубежа, хотя бы частичное. Помимо социальной значимости, данное решение представляется оправданным с точки зрения экономической целесообразности. Объем ИТ-товаров для инвалидов, включая «железо» и программное обеспечение к 2025 г. по оценкам специалистов Минпромторга РФ, составляет от 150 до 200 млрд долларов. Российские НИИ располагают интеллектальными и техническими возможностями для создания такого рода продукции, конкурентоспособной не только на отечественном, но и на глобальном рынке [4]. Главным препятствием для создания и распространения такой продукции хотя бы на внутрироссийском рынке является отсутствие финансирования. Вместе с тем, при участии государства данная проблема представляется решаемой, так как объем финансирования, предусмотренный в России до 2020 г. на развитие инновационных и венчурных программ составляет более 1 трл 854 млрд руб. [5], значительными возможностями с точки зрения организации финансирования располагают Ростех, Роснано и Сколково.

Однако, универсальным условием использования указанных средств является наличие гарантированного спроса на продукцию (подтвержденные заключенными договорами о намерениях, результатами маркетинговых исследований и т.д.), которое невозможно обеспечить без корректировки соответствующего перечня.

Иными словами, на стадии идентификации и ранжирования проблем в современной России остаются неучтенными ряд факторов экономического характера, при включении которых возможно более эффективное прохождение процесса реабилитации и абилитации инвалидов. Вместе с тем, данная проблема не может быть решена «сверху», без участия самих инвалидов.

Переходя к обзору проблемы «Оценка и ранжирование технологий», следует отметить, что выбор оптимальных технологий, развиваемых и внедряемых в систему абилитации и реабилитации инвалидов невозможен без участия самих людей с ограниченными возможностями. Однако, официальная статистика указывает на крайне низкие показатели участия лиц с ограниченными возможностями в национальном диалоге касательно способов их поддержки. В *табл. 1* представлена информация по участию лиц с ограниченными возможностями в общественной жизни, по формам организаций.

Наиболее велико участие инвалидов в деятельности профсоюзов. Однако, принимая во внимание формальный характер деятельности значительного числе первичных профсоюзных организаций в России, данный факт не позволяет получить достоверное представление об истинной ситуации с социальной активностью данной категории граждан.

Крайне негативно выглядит низкая активность инвалидов в возрасте 15–19 лет, а также отсутствие статистических данных по более молодым инвалидам, что может быть интерпретировано как результат отсутствия институциональных механизмов вовлечения в общественную дискуссию инвалидов соответствующего возраста.

Проблема социально-экономического выбора относительно определения инструментария развития сферы реабилитации и абилитации лиц с ограниченными возможностями с использованием ИТ-технологий в России выглядит следующим образом. Большая часть средств (30 млрд руб.) расходуется на программы реабилитации, то есть на решение проблем, возникших в ходе жизни инвалидов после их инвалидизации

Концепция реабилитации инвалидов в России сформировалась в 1995–2000 гг. и до 2018 г. не претерпела существенных изменений. Вместе с тем, инструментарий, используемый для целей реабилитации инвалидов, не вполне учитывает реалий, обеспечиваемых возможностями развития ИТ-индустрии 2017–2018 гг. Инструментарий реабилитации инвалидов предусматривает прежде всего:

- финансовое обеспечение прямой медицинской поддержки лиц с инвалидностью;

Таблица 1. **Участие инвалидов в организациях и движениях в России, 2016 г.**

	Все респонденты	в том числе в возрасте, лет								
		15–19	20–24	25–29	30–34	35–44	45–54	55–59	60–69	70 и более
в том числе являются членами каких-либо общественных, добровольных или благотворительных организаций (движений)	2,9	0,8	2,8	2,5	1,7	4,4	2,7	3,0	2,9	2,8
Инвалиды в возрасте 15 лет и более, являющиеся членами каких-либо общественных, добровольных или благотворительных организаций (движений) – всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
в том числе принимают участие в деятельности										
профсоюзной организации	27,6	0,0	26,1	24,7	26,8	53,5	74,4	36,8	23,0	7,8
общественных организаций, движений	13,9	0,0	21,9	0,0	56,3	14,3	10,9	18,7	8,9	15,3
советов и организационных комитетов по подготовке каких-либо мероприятий	5,4	0,0	0,0	51,2	10,7	1,4	0,4	11,7	8,2	2,0
советов ветеранов	32,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	46,2	52,7
советов, добровольных союзов по делам семьи, детей и молодежи	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,9	0,0
движений в защиту животных	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0
религиозной общины	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	7,0	2,8	5,6	15,0
другой общественной, добровольной или благотворительной организации	17,2	100,0	52,0	24,1	6,2	15,1	5,7	24,9	19,5	15,3

Источник: Росстат

- финансовой обеспечение компенсационных мероприятий по профессиональной реабилитации лиц с инвалидностью;
- инфраструктурное обеспечение реабилитации лиц с инвалидностью;
- компенсационные мероприятия, связанные с поддержкой работодателя (возмещение затрат на обустройство рабочего места инвалида и т.д.) [7].

Вместе с тем, с экономической точки зрения указанная модель имеет ряд очевидных недостатков. Главным из этих недостатков является ее низкая социально-экономическая эффективность. Действительно, процедура встраивания лица с инвалидностью в систему социально-экономических отношений и правил, сформировавшихся на рынке труда, обладает существенными недостатками следующего характера:

- система реабилитации охватывает отдельные лишь этапы жизни и профессиональной деятельности инвалида;
- контроль эффективности расходов на реабилитацию лиц с инвалидностью в стране отлажен не в полной мере. В частности, остро стоит проблема так называемых «профессиональных инвалидов», то есть лиц, фиктивно участвующих сразу в нескольких программах реабилитации и обеспечивающих работодателю возможность получать денежные средства без реального трудоустройства [8];

- неполная профессиональная реабилитация инвалидов;
- уязвимость системы реабилитации перед социо-экономическими факторами, такими как ксенофобия и инертность работодателей и нестабильность рынка труда.

Важнейшим же недостатком является именно реабилитационная направленность существующей системы, в противовес абилитационной. Действительно, существующий инструментарий позволяет инвалиду компенсировать недостатки, связанные с его нозологией и препятствующими конкурировать наряду со здоровыми участниками.

Вместе с тем, модель ранней абилитации инвалида, впервые рассмотренная в Ю. Корее в 1997 г. и успешно апробируемая уже в 72 странах, позволяет инвалиду реализовать альтернативный вариант адаптации [9].

Современный инвалид начинает активно участвовать в жизне общества и строить свою карьеру в вузе (при наличии в нем инклюзивной модели образования) либо после его окончания. Вместе с тем, освоение профессиональных программ и адаптированное профессиональное развитие позволяют инвалидам реализовать некомпенсационную модель абилитации на основе современных достижений науки и цифровой экономики [10].

Условиями реализации данной модели являются:

- на национальном уровне: обеспечение технической доступности сети интернет и его участия в профессиональных группах на ранней стадии развития, не позднее начальной школы. Вовлечение его в работу профессиональных групп, функционирующих как на общественных началах, так и за счет средств бюджетной поддержки;
- на мезоуровне: обеспечение инвалида техническими средствами альтернативного получения информации, например, читающими машинами и принтерами брайля [11].
- на уровне организаций: участие в разработке методик ранней профессиональной абилитации, в том числе за счет участия в разработке уровневых образовательных программ и проектирования сетей дистанционногоучастия инвалидов в производственном процессе, а также разработке требований к соответствующему оборудованию. Представляется перспективным привлечение к данной работе госкорпораций и организаций, занимающихся проектированием и внедрением инновационных систем с привлечением средств государственного бюджета.

Таким образом, действующая компенсационная экономическая модель абилитации и реабилитации инвалидов в России носит ярко выраженный реабилитационный характер и не учитывает возможностей современной ИТ-сферы. Предлагается более ранняя интеграция и профессиональная абелитами инвалидов в форме подготовки к освоению профессий, не создающих инвалидом ограничений по нозологии. Также предлагается более активно использовать возможности современных цифровых технологий и внедрять при подготовке инвалидов инструментарий big data.

Литература

1. Федеральный перечень реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду (утверждено Распоряжением Правительства РФ от 30.12.2005 № 2347-р (ред. от 18.11.2017)
2. Официальный сайт компании Доступная среда, URL: http://dostupsreda.ru/store/dlya_invalidov_po_sluhu/signalizatory/, дата обращения 22.10.2018
3. Стратегия развития промышленной продукции реабилитационой направленности до 2025 года // официальный сайт Министерства промышленности и торговли России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_REAPROM_until_2025.pdf, дата обращения: 22.10.2018

4. *Петрунько И.Л., Сергеева Н.В., Миненкова М.Е., Тумурова С.П., Соклакова В.И.* О повышении качества индивидуальных программ реабилитации или абилитации инвалида в части включения технических средств реабилитации // Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. – 2017. – № 1. – С. 19–22.
5. Официальный портал госпрограмм РФ, программа Инновационое развитие и качество экономики. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: http://programs.gov.ru/portal (дата обращения 22.10.2018)
6. Бюджет для граждан. К Федеральному Закону о федеральном бюджете на 2018 год и на плановый период 2019 и 2020 годов. – М.: Министерство финансов РФ, 2017. Радченко Т.Е., Пестова Ю.М. Роль социальных выплат в интеграции и повышении социальной активности инвалидов в обществе: проблемы и противоречия В сборнике: Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий материалы IV Международной научно-практической конференции: в 2-х томах. Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина / научный редактор А.П. Багирова. – 2018. – С. 16–21.
7. *Иванов Г.Г., Кейер А.Н., Худяков Ю.В.* Опыт реабилитации инвалидов в условиях профессионального обучения в сб. Ученые записки Санкт-Петербургского государственного института психологии и социальной работы. – 2017. – Т. 28. – № 2 (28). – С. 93–99.
8. *Бакунович А.В., Брюхова Ж.В*. Пути решения проблемы поддержания социальной сферы в условиях дефицита бюджета // Вопросы науки и образования. – 2017. – № 4. – С. 58–61.
9. *Низова Л.М., Сорокина Е.Н.* Социальное сопровождение инвалидов (на мезоэкономическом уровне) // Socio time / Социальное время. – 2017. – № 4 (12). – С. 68–81.
10. *Сергеева Н.М*. Финансовые меры поддержки инвалидов в Российской Федерации // Иннов. – 2018. – № 5 (38). – С. 18.

Содержание

Никольский А.Е.
Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями 8

Мещеряков И.А.
Общероссийская общественная организация «центр по оказанию помощи инвалидам с нарушениями опорно-двигательной системы 11

Никольский А.Е., Петрунина Е.В.
Онтологическая модель технологии формирования профессиональных знаний и умений лиц, имеющих нозологические особенности 13

Карпов В.Э., Тарасов В.Б.
От коллаборативной робототехники к социальным роботам для поддержки людей с ограниченными возможностями: новые направления разработки использования интеллектуальных агентов 20

Байрамов Э.В.
Разработка информационной интеллектуальной системы образовательного процесса студентов с инвалидностью 30

Самира Мамедова, Тарана Гулиева
Создание условий для инклюзивного образования студентов-инвалидов в сумгаитском государственном университете 34

Тимофеев А.И.
О возможности нового этапа развития взаимодействия человека с внешним материальным миром 37

Гетманов В.Г.
Применение локальных и сплайновых аппроксимационных моделей для анализа сигналов систем медицинского мониторинга 43

Гусев И.Д., Родионова М.А., Кащеев О.В., Петросова И.А., Гусева М.А., Андреева Е.Г., Разин И.Б.
Цифровая антропометрия в индустрии реабилитационных швейных изделий 48

Лабейко О.А.
Концептуальный подход к формированию трудового потенциала населения с инвалидностью 53

Феоктистов А.Г.
Распределенная вычислительная среда для имитационного моделирования систем массового обслуживания 57

Кадымов В.А., Думанский С.М.
Проект интеллектуального анализа данных для оказания помощи абитуриенту с ОВЗ при выборе профессиональной ориентации 62

Bouzid Hassen
Новейшие информационные технологии в производстве протезов 67

Перепёлкина Ю.В., Меренкова Т.В.
Использование линейно-концентрического принципа обучения в преподавании дисциплин информационного цикла в инклюзивном образовании 73

Аршинов В.И., Лукьянчук Б.С., Никольский А.Е., Рубанов В.А., Шелудяков А.В.
Математическая интерпретация смысловой коммуникации 81

Сафронов А.И., Истомина Т.В.
Интеллектуальные технологии в интенсивной терапии критических состояний 91

Петрунина Е.В., Савельева О.Н.
Применение ассистирующего оборудования в образовательном процессе студентов с нарушением опорно-двигательной системы 99

Ben Khalifa Aymen, Mohamed Mehdi Mahmoud, Mohamed Amine Hamrouni
Информационные технологии в медицине и прямой медиа-интерфейс (DMI) 103

Широков А.С.
Применение интерполяционного фильтра помех для решения задачи выделения контуров в системах компьтерного зрения 108

Лю Бо, Чэнь Цзин, Белоглазов А.А., Белоглазова И.А., Белоглазова Л.Б.
Особенности и методы обучения смешанных групп студентов с особыми образовательными потребностями в условиях вуза 112

Цыганков В.Д.
На пути к интегральной медицине или к активной реабилитации 118

Ахмедов Р.Э.
Математические модели на основе нейронных сетей и проблемы классификации 131

Полиенко Р.М., Горбунов С.П.
Вопросы разработки искусственной нейронной сети, с целью изучения возможности визуализации сноведений и мыслительных образов 136

Истомина Т.В., Истомин В.В., Белоглазов А.А., Истомина К.А.
Вопросы применения мультидиагностической системы «Webmultimedic» для реабилитации лиц с нарушениями опорно-двигательного апарата 142

Истомина Т.В., Никитина А.С.
Алгоритм и методика проведения стабилографического обследования студентов с помощью специального программного обеспечения мультидиагностической системы «WinPatientExpert» 148

Истомина Т.В., Лафицкова М.Г.
Алгоритм и методика проведения стабилографического обследования студентов с помощью оборудования ST-150 «STABIP» 155

Печерский Д.К., Петрунина Е.В.
Разработка подсистемы мониторинга психологически-эмоционального состояния студентов с ограниченными возможностями здоровья в составе интеллектуальной информационной системы образовательного процесса 160

Тальянский И.Э., Истомина Т.В.
Оптимизация программного обеспечения процесса разработки внутрисосудистых имплантатов 165

Шачнева Е.А., Мурашкина Т.И.
Разработка волоконно-оптического датчика параметров жидкости для медицинских приложений 176

Петрова Т.В., Савинов Д.Ю., Трифонов А.А.
Исследование предикторов сердечно-сосудистых рисков, полученных на основе показателей синхронности системных ритмов 180

Киселев А.В., Филист С.А., Шаталова О.В.
Метод измерения биоимпеданса на основе моночастотного и многочастотного зондирования 187

Головин В.Ф., Архипов М.В., Саморуков А.Е., Ерёмушкин М.А.
Обучение манипуляционного робота приёмам массажа 194

Чукарева М.М. Бадеева Е.А., Мурашкина Т.И., Кукушкин А.Н.
Пути снижения основной погрешности линейности волоконно-оптических датчиков 201

Ларионов Н.В., Ермаков А.А.
Организация учебного процесса университета на базе программного продукта «1С. Электронное обучение. Корпоративный университет» 205

Петрунина Е.В., Никольский А.Е.
Создание моделей транспортных средств для инвалидов с нарушением опорно-двигательного аппарата на основе решения нейронных сетей 209

Бытачевская Т.Н., Сорока К.В.
HYPERLOOP — поезд для всех 212

Савельева О.Н., Петрунина Е.В.
Разработка базы знаний подсистемы компенсации физических недостатков в составе интеллектуальной информационной системы образовательного процесса студентов с нарушением опорно-двигательной системы 217

Лыткин И.Н. Тюрина Л.Ф.
Микродатчики медицинской робототехники 222

Локтев М.А., Тюрина Л.Ф.
Использование аддитивных технологий в учебном процессе незрячих и слабовидящих людей 224

И.Д. Гусев, В.А Пурыскина, С.К. Лобжанидзе, Т.В. Ходнева
Социальные сети как мониторинговая площадка востребованности реабилитационных швейных изделий в инвалидные коляски 227

Алибекова М.И., Третьякова С.В., Колташова Л.Ю.
Топиарий — практический инклюзив 232

Белоглазов А.А., Трубачеев Е.В.
Информационные технологии в самостоятельном обучении студентов с ОВЗ 236

Т.В. Гончарук
Информатизация высшего образования для лиц с ОВЗ 242

Купреев К.М.
Семантика русского жестового языка 247

Милославский Е.С.
Семантический анализ текста, как средство лучшего понимания смысла 255

Савинова А.Ф.
Когнитивные способности человека в формировании истинного знания 259

Иванов С.Ю.
Биологические основания и современные теории грамматики 263

Курбатова О.А.
Семантический анализ особенностей работы онлайн-переводчиков 266

Бойко Ю.А.
Функционирование терминов области высоких технологий в иностранных 270
Иванова А.С.
Психоаналитика со стороны алхимии
или совместимость бессознательного и самости 274
Бюрчиева Б.Н.
Психолого-педагогические условия социально реабилитации и адаптации людей
с ограниченными возможностями здоровья 276
Косенков А.А.
Разработка базы данных для экспертной системы рекрутинга персонала 280
Труб Н.В., Нуцубидзе Д.В.
Концепция контекстно-обучающей игры для лиц с ДЦП 283
Еникеев И.Х.
Сравнительный анализ методов решения многопараметрических алгебраических
систем 288
Виноградова Ю.А., Иванова О.К., Яновская Е.А.
Применение наглядно-ориентированного подхода при обучении математике людей
с ограниченными возможностями здоровья в вузе 294
Истомина Т.В., Сычева В.А.
Анализ преимуществ пакетов SCILAB и MATLAB для обучения студентов с ОВЗ 301
Глухих О.А.
Возможности электронного образовательного контента в обучении детей-инвалидов
и детей с ограниченными возможностями здоровья 308
Шубина И.И.
Использование платформы «Московская электронная школа» в адаптированном
образовательном пространстве как инструмент реализации федеральных
государственных образовательных стандартов 311
Махонина Е.П.
Организация очно-заочной формы обучения в школе как одно из направлений
создания сбалансированного инклюзивного образовательного пространства 314
Макарин И.Н.
Работа в системе дополнительного обраования ресурсной школьной образовательной
площадки как фактор формирования социальной эквивалентности обучающихся,
имеющих инвалидность и (или) ограниченные возможности здоровья 317
Литвиненко И.Л., Киянова Л.Д.
Инновационная деятельность педагогического коллектива 320
Гайсина Л.М., Левашов Д.А.
Трудовой коллектив как институт социальной реабилитации людей с ограниченными
возможностями 325
Тимохин Д.В.
Экономические аспекты развития сферы профессиональной реабилитации
и абилитации лиц с ограниченными возможностями с использованием
ИТ-технологий 330

Научное издание

Интеллектуальные технологии и средства реабилитации и абилитации людей с ограниченными возможностями (ИТСР-2018)

III международной конференции
Москва, 29–30 ноября 2018 года

Технический редактор - К.А. Антонов
Компьютерная верстка - К.А. Антонов

Подписано в печать 22.11.2018. Формат 70x100 $^{1}/_{16}$.
Бумага офисная. Гарнитура *Times New Roman*. Печ. лист 21.
Тираж 100 экз. Заказ № 36.

Московский государственный гуманитарно-экономический университет
107150, Москва, ул. Лосиноостровская, д. 49.
Отпечатано в типографии МГГЭУ по технологии CtP.