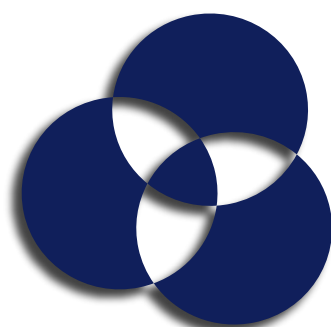


ISSN 1997-3276

УДК 616+614,2+004+316+37.013+159.9

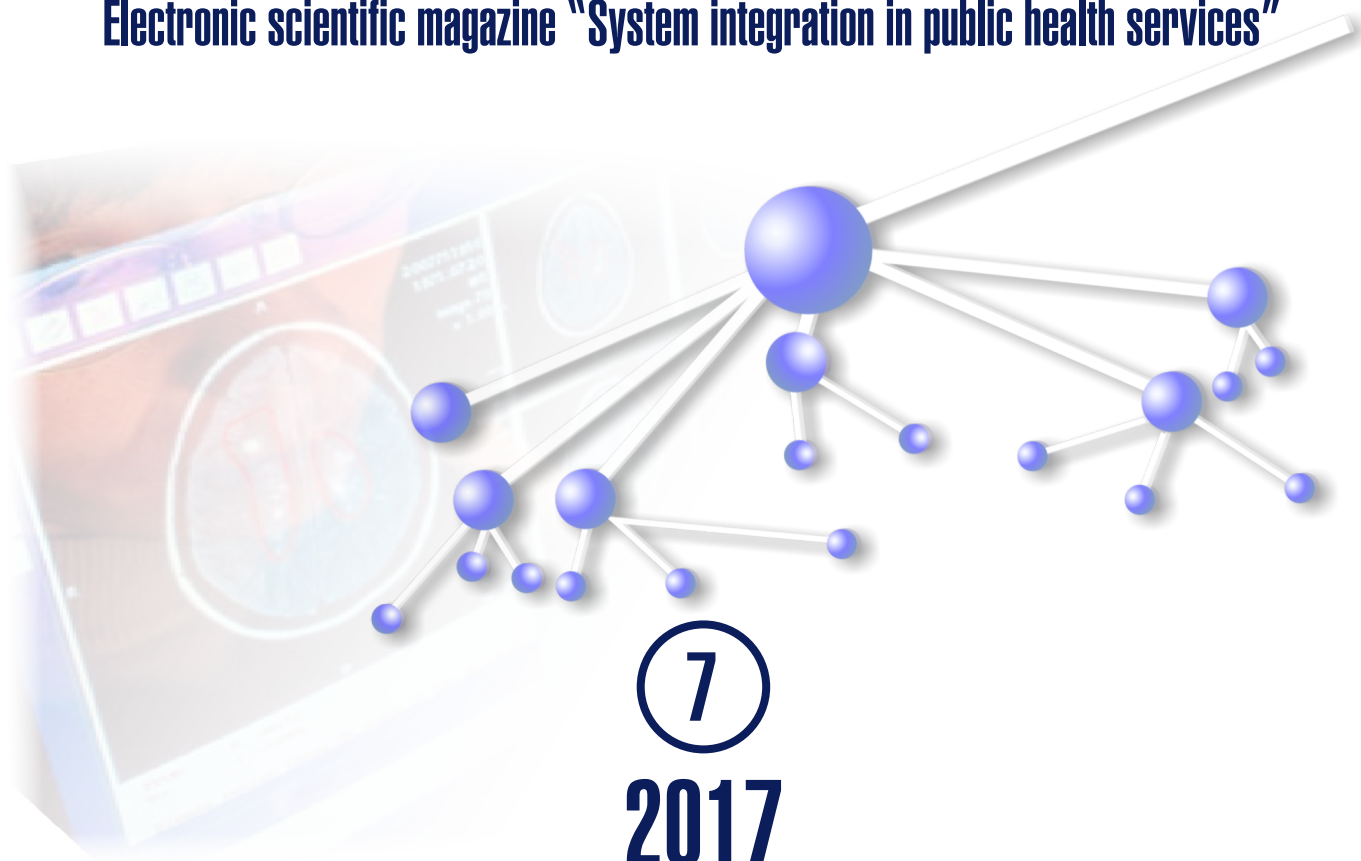
ББК 5+65.495+60.5+88+74

3 445



электронный научный журнал
**СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ
В ЗДРАВООХРАНЕНИИ**

Electronic scientific magazine "System integration in public health services"



УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ
Государственное бюджетное
учреждение здравоохранения
Свердловской области
детская клиническая больница
восстановительного лечения
“Научно-практический центр
“Бонум”

www.bonum.info

Государственное учреждение
Научный центр здоровья детей
Российской академии
медицинских наук

Свердловский филиал

www.nczd.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ

г. Екатеринбург,
ул. Академика Бардина, 9а
тел./факс (343) 2877770, 2403697
Почтовый адрес: 620149,
г. Екатеринбург, а/я 187

sys-int@sys-int.ru
www.sys-int.ru

Электронный научный журнал
“Системная интеграция в
здравоохранении”
зарегистрирован Федеральной
службой по надзору в сфере
массовых коммуникаций, связи и
охраны культурного наследия
Российской Федерации
Свидетельство Эл №ФС77-32479
от 09 июня 2008 г.

ISSN 1997-3276

Редакция не несет
ответственности за содержание
рекламных материалов.

При использовании материалов
ссылка на журнал “Системная
интеграция в здравоохранении”
обязательна.

© ГАУЗ СО «МКМЦ «Бонум», 2017



электронный научный журнал
**СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ
В ЗДРАВООХРАНЕНИИ**

WWW.SYS-INT.RU

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЭКОНОМИКИ И
УПРАВЛЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, ПЕДАГОГИКИ, ПСИХОЛОГИИ И
СОЦИАЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ 7 (37) 2017

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор С.И.БЛОХИНА
Заместители главного редактора
И.А.ПОГОСЯН, Т.Я.ТКАЧЕНКО,
С.Л.ГОЛЬДШТЕЙН, А.В.СТАРШИНОВА
Выпускающий редактор А.Н.ПЛАКСИНА

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

А.А.БАРАНОВ (Москва)
В.А.ВИССАРИОНОВ (Москва)
А.Г.БАИНДУРАШВИЛИ (Санкт-Петербург)
А.Б.БЛОХИН (Екатеринбург)
О.П.КОВТУН (Екатеринбург)
В.А. ЧЕРНЫШЕВ (Москва)
В.И. СТАРОДУБОВ (Москва)
B. RICHARDS (Манчестер, Великобритания)
Sh. MONAHAN (Торонто, Канада)

Наши уважаемые читатели!



Перед Вами второй специальный выпуск журнала, в котором представлены материалы Региональной молодежной научно-практической конференции «Системная интеграция в здравоохранении», проведенной в декабре с.г. под эгидой Уральского федерального и Уральского государственного медицинского университетов, а также Министерства Здравоохранения Свердловской области и медицинского центра «Бонум».

В журнале размещены статьи, написанные по результатам совместных исследований студентов, их научных руководителей – преподавателей кафедр и научных консультантов – представителей медицинских организаций. Все работы выполнены на стыке дисциплин: естественно-научных, технических, медицинских, гуманитарных. При этом задачи студентам поставлены заказчиком, а приемка результатов – двухуровневая: научную новизну оценивает кафедральная комиссия, а полезность – эксперты медицинской организации.

Как показывает опыт такая системная организация студенческих НИОКР вполне жизнеспособна, хотя и не проста. А поскольку без креативных решений вряд ли возможно развитие здравоохранения, особенно в современных социально-экономических условиях, мой призыв – только вместе, только в содружестве ВУЗов и медицинских организаций, студентов и преподавателей, врачей и научных работников мы можем быть успешными.

Значит, будем продолжать работу!

Научный консультант МКМЦ «Бонум»,
профессор физико-технологического института
Уральского федерального университета,
проф., д.т.н., действительный член РАЕН,
засл. работник ВШ РФ

Гольдштейн С.Л.

**ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕДИЦИНСКОЙ НАУКИ И
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

- Банников И.К., Евсегнеев О.А.
О РАЗВИТИИ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОЛЛЕКТИВА РОБОТОВ НА
ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....6
- Боброва Е.Г., Гольдштейн С.Л., Донцов О.Г
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ МОТИВИРОВАНИЯ И СТИМУЛИРОВАНИЯ В ИНТЕРЕСАХ
МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.....12
- Ворманов И.А., Евсегнеев О.А.
О РАЗВИТИИ АЛГОРИТМА ОБУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОЛЛЕКТИВА
РОБОТОВ.....20
- Газизова М.Д., Гольдштейн С.Л., Донцов О.Г.
ПРОБЛЕМАТИКА ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ.....26
- Донцов О. Г., Гольдштейн С.Л.
ОЦЕНКА СТАНДАРТА ISO/IEC 25010.....37

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

- Куклина В.О, Елькин И.О.
ПРОБЛЕМАТИКА КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА СЕРДЕЧНОГО РИТМА МАЛОВЕСНЫХ И
НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ44
- Пепелев А.М., Евсегнеев О.А.
О ПОСТРОЕНИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ
РОБОТОВ.....52
- Помосова А.А., Евсегнеев О.А., Маркина С.Э.
ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В МЕДИЦИНЕ. ОБЗОР МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ И ВЫБОР
ПРОТОТИПА РАЗРАБАТЫВАЕМОГО КОМПЛЕКСА.....58
- Козлова Е.А., Бирюкова Г.Л., Гольдштейн С.Л.
АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕТОДА СИМПАТОКОРРЕКЦИИ В
ОФТАЛЬМОЛОГИИ.....66
- Лимановская О.В., Муштак О.И., Тюлькова Т.Е.
ПОИСК ПРЕДИКТОРОВ ТЕЧЕНИЯ ТУБЕРКУЛЕЗА У ДЕТЕЙ МЕТОДОМ ФАКТОРНОГО
АНАЛИЗА.....81
- Муштак О.И., Лимановская О.В., Краглик И.Д.
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ИМЕНОВАНИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ
ДАННЫХ.88

Савинова М.А., Амирова Д.Б., Богомолова Е.В., Лимановская О.В., Плаксина А.Н.
АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПИТАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ БОЛЬНЫХ
ДЦП.....94

ПСИХОЛОГИЯ, ПЕДАГОГИКА И СОЦИАЛЬНАЯ РАБОТА

Ткачук М.М., Козманишвили Д.К., Протасов А.Р.
ПРОЕКТНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – НЕОБХОДИМЫЙ ЭТАП ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННОГО
ВРАЧА.....102

О РАЗВИТИИ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОЛЛЕКТИВА РОБОТОВ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Банников И.К., Евсегнеев О. А.

ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург, Россия

В работе проведен обзор существующих структур нейронных сетей, на основе которого поставлена и решена задача выбора структуры и методов алгоритма управления коллективом роботов. Предложена модель структуры нейронной сети, которая может быть легко модифицирована и изменена, что позволяет упростить задачу изменения поведения робота для применения в различных задачах, в том числе медицины.

Ключевые слова: коллектив роботов, робот, нейронная сеть, структура нейронной сети.

On the development of the distributed intelligence model groups of robots using neural networks

Bannikov I.K., Evsegneev O.A.

Ural Federal University, Ekaterinburg

The paper reviews the existing structures of neural networks, on the basis of which the problem of choosing the structure and methods of the robot group control algorithm by using as a control algorithm of the neural network is solved; A model of the structure of a neural network is proposed, which can be easily modified and adjusted, making it possible to simplify the task of changing the behavior of a robot for use in various tasks. Possible applications of technology in medicine are considered.

Keywords: robot groups, robot, neural network, neural network structures

Введение

Коллективное или роевое поведение сегодня - достаточно популярный подход к решению большого спектра задач, связанных с использованием коллектива роботов, которые по одиночке обладают небольшими интеллектуальными и физическими возможностями, но вместе способны совершать более эффективные действия.

Применение роботов и компьютерных технологий набирает популярность и в медицине, повсеместно появляются интеллектуальные системы - помощники врачей, экспертные системы, роботы-хирурги, умные браслеты и т.п.

Моделирование распределенного интеллекта в любой сфере деятельности требует формализованного описания структуры, а также моделей обучения, поведения и

управления коллективным интеллектом роботов. Базой для такого моделирования предлагается искусственная нейронная сеть. Искусственная нейронная сеть, как математическая модель, а также её программно-аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей подобна нервным клеткам живого организма, что позволяет опираться на последние достижения в области естественного интеллекта (психология, когнитивные наук).

Самые часто используемые нейронные сети, применяемые для последующего обучения:

- SOINN - самоорганизующаяся инкрементная нейронная сеть, предложена в 2006 году для того, чтобы попытаться осуществить самообучение НС без учителя [1, 2];

- Метод Миллера-Хеджа - В 1998 г. Миллер предложил кодировать структуру нейронной сети с помощью матрицы смежности (аналогично матрице смежности для графов) [3];

- NEAT - предложен в 2002 г. с целью дополнить метод Миллера-Хеджа, а также парировать недостаток, связанный с распределением памяти при хранении связей НС [4];

- ESOINN - модификация SOINN с целью парирования основного недостатка в необходимости участия человека в её обучении [5].

Заказчик НИР - кафедра технической физики УрФУ, в лице доц. к.ф.-м.н. Евсегнеева О. А. предлагает выполнить моделирование в задачах: построения карты местности или помещения с обязательным условием отображения роботов в виде облака точек, подобного облаку точек лидара [6].

Поставлена и решена задача выбора структуры и методов управления коллективом роботов в ситуациях обучения и применения путем использования в качестве алгоритма управления нейронной сети, также выбрана модель распределенного интеллекта коллектива роботов, упрощающая их обучение.

Результаты исследования и их обсуждение

Подходов к организации поведения коллективов роботов достаточно много [7], хотя основных два:

- В лоб" — поведение таких коллективов определяется заранее и жестко фиксируется в памяти (программе) робота;
- Предварительной тренировки" — заключается в использовании искусственных нейронных сетей, которые заранее обучаются (оптимизируются) для решение конкретной задачи в определенных условиях.

Оба подхода имеют свои плюсы и минусы, так, например, основной минус первого подхода — жесткая зависимость группы роботов от начальных условий, при каждом новом «задании» таких роботов нужно заново прошивать; второй подход лишен этого минуса, но

имеет другой — успешность выполнения задачи зависит от качества и правильности обучения.

При выборе нейронной сети один из основных факторов — возможность её переобучения, для чего её структура должна быть достаточно легко изменяема и в то же время не требовать серьёзного переобучения при незначительных изменениях структуры. Перейдем к рассмотрению пакета прототипов, представленного в таблице.

Таблица
Обзор прототипов

№ ПП	Ранг	Название	Источник информации
1	0	Robot actor simulation system for robot dramas [8]	База патентов Google
2	1	Neural network system for adaptive sensory-motor coordination of multijoint robots for single postures [9]	
3	1	Method for neural network control of motion using real-time environmental feedback [10]	

Недостаток прототипа — практическая невозможность переконфигурировать структуру и веса узлов нейронной сети. Это не позволяет использовать данный прототип в задачах, которые требуют динамической адаптации нейронной сети под решаемую задачу.

Гипотеза о преодолении критики — парировать указанные недостатки за счет использования специальных алгоритмов и структуры организации данных, которая будет позволять модифицировать конфигурацию нейронной сети без больших накладных расходов на перераспределение весов и переобучение уже обученных частей.

На рисунке представлена авторская архитектурная модель приложения, позволяющего оптимизировать алгоритм поведения роботов. Она состоит из симулятора, который отвечает за моделирование поведения робота, в нем содержится информация о среде — блок, отвечающий за взаимодействие со средой. И набор некоторых однотипных абстракций, которые представляют в виртуальной среде роботов. Эти роботы общаются между собой с помощью канала связи, но, так как по условию задачи они могут находиться в различных помещениях или на большом расстоянии друг от друга, то между разобщенными группами роботов будет образован свой канал связи. Блок интегратор обеспечивает интеграцию каналов связи между отдельными группами роботов. Модернизация заключается в модификации блока моделирования поведения: изменением структуры нейронной сети на выбранную и применения специальных алгоритмов её

модификации.

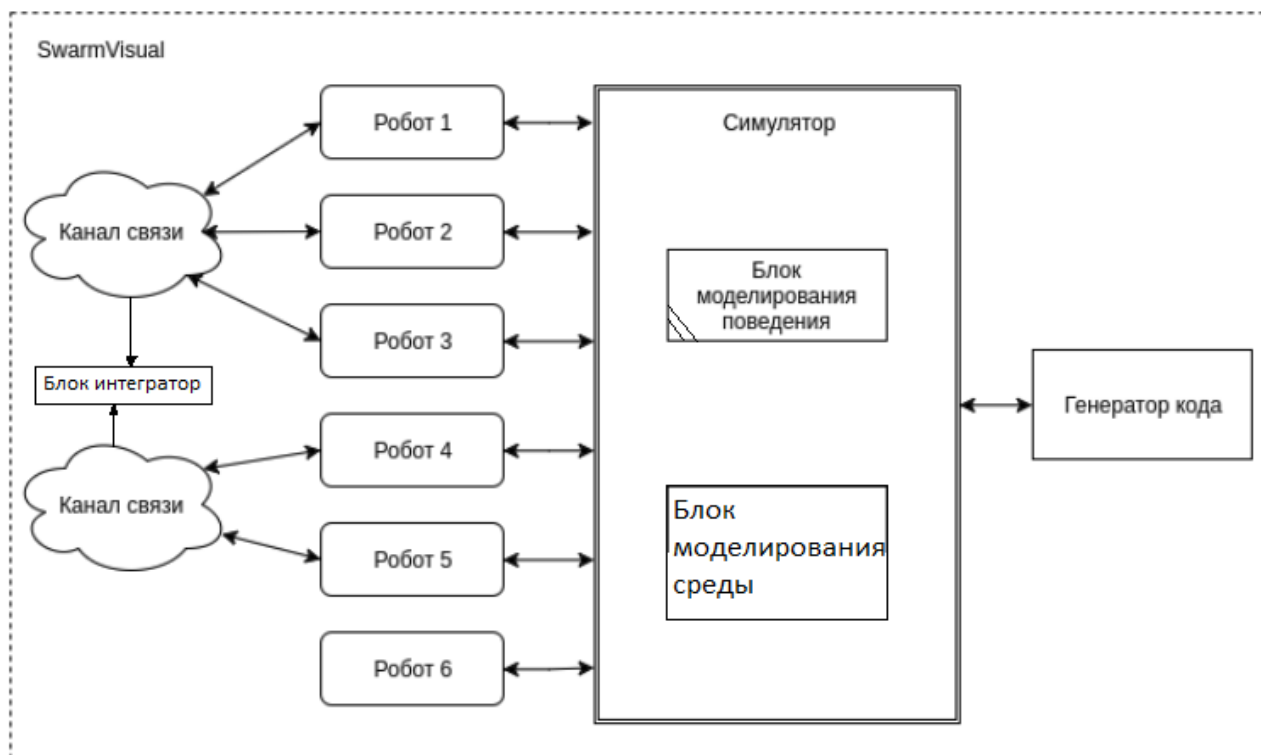


Рис. Архитектурная модель системы моделирования и её развитие

Возможные применение в медицине

В том числе в медицине эти подходы не теряют актуальность, коллектив роботов может эффективно доставлять лекарства, перемещаясь по венам и артериям, а также проводить диагностику организма в автоматическом режиме. В 2006 году группе ученых [11] удалось запустить крошечного робота в кровеносную систему свиньи. С тех пор технологии шагнули далеко вперед и сегодня можно говорить о внедрении технологии "умной" доставки лекарства к пораженному органу или технологии мониторинга состояния здоровья человека в реальном времени. Уже сейчас повсеместно применяются роботы, которые помогают специалистам принимать верные решения по лечению пациента, также существуют роботы хирурги. В области мониторинга сегодня применяются браслеты, сканирующие и запоминающие информацию о давлении и сердечном ритме, если использовать несколько таких датчиков, то их усилия можно объединить. Работая вместе такие датчики за счет дублирования друг друга будут сводить вероятность неточного получения данных к нулю. Также с развитием технологии нейронных сетей и технологий носимой электроники станет возможным предсказывать возможные проблемы со здоровьем и заранее производить лечение, когда болезнь только начинает развиваться. Например, сейчас применяются системы на основе искусственных нейронных сетей для составления

медицинского прогноза нахождения пациента в реанимации, выбора метода лечения рака кожи [12]. С другой стороны с применением нанороботов плавающих в крови станет возможным быстрая и точная доставка лекарства к пораженному болезнью органу, что позволит снизить количество побочных эффектов к минимуму и улучшить качество лечения. В области протезирования начинают применяться умные протезы, которые подстраивают свой алгоритм работы со временем под человека.

Внедрение компьютерных технологий в жизнь человека со временем будет только расти, будет увеличиваться количество данных получаемых о конкретном пациенте, эти данные нужно и можно использовать с пользой, например на основе них обучать интеллектуальные и подсказывающие системы, помогающие врачам в постановке диагноза и диагностике. Например, в технологию умный дом можно внедрить специальный блок, отслеживающий состояние людей в помещении и в случае необходимости вызывающий бригаду медиков.

Выводы

1. Поставлена задача о развитии модели распределенного интеллекта коллектива роботов на основе нейронных сетей путем использования специальной структуры нейронной сети для простоты её модификации в задачах, связанных с оптимизацией алгоритма поведения;
2. Приведена авторская архитектурная модель системы моделирования и обучения, предлагаемая для устранения недостатков существующих методов обучения нейронной сети в применении к коллективу роботов;
3. Рассмотрены применения данной технологии в медицинских целях.

Список литературы

1. Shen F. An incremental network for online unsupervised classification and topology learning // Shen F., Hasegawa O. — Neural Netw., vol.19. — 2004.
2. Kawewong A. Self-Organizing Incremental Associative Memory Based Robot Navigation // Kawewong A., Hasegawa O. — IEICE Trans. on Information and Systems. — 2012.
3. Marko A. Evolutionary Design of Neural Networks // Marko A., Gronroos A. — Master of Science thesis. — 1998.
4. Stanley K. O. Evolving Neural Networks through Augmenting Topologies // Stanley K. O., Miikkulainen R. — The MIT Press Journals. — 2002.
5. Shen F. An enhanced self-organizing incremental neural network for online unsupervised learning // Shen F., Tomotaka O., Hasegawa O. — Neural Networks 20 (2007) 893–903. — 2007.

6. Антонов А. Сканирующие лазерные дальномеры // Современная электроника. - 2016. — сс. 10-15.
7. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желаемое и действительное // Современная мехатроника. Сб. научн. трудов Всероссийской научной школы (г.Орехово-Зуево, 22-23 сентября 2011) - Орехово-Зуево, 2011. – 132 с. сс.35-51.
8. Robot actor simulation system for robot dramas // Международный патент №CN104950689(A) 30.09.2015 / Xu Wenfu, Zheng Yanning, Chang Qingkai, Li Guangming.
9. Neural network system for adaptive sensory-motor coordination of multijoint robots for single postures // Международный патент №US4884216 (A) 28.11.1998 /Kuperstein Michael.
10. Method for neural network control of motion using real-time environmental feedback // Международный патент №US5673367 (A) 30.09.1997 / Buckley Theresa.
11. S. Martel Towards autonomous bacterial microrobots // S. Martel, W. André. — *International Advanced Robotics Programme*. — 2006.
12. Золин А.Г., Силаева А.Ю. Применение нейронных сетей в медицине // В сборнике «Актуальные проблемы науки, экономики и образования XXI века». — 2012 — с. 264-271

Банников Илья Константинович - магистрант кафедры технической физики, ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел +7 (343) 375-41-51, ilya.bannikov@urfu.ru

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ МОТИВИРОВАНИЯ И СТИМУЛИРОВАНИЯ В ИНТЕРЕСАХ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Боброва Е.Г.¹, Гольдштейн С.Л.¹, Донцов О.Г.²

¹ФГАОУ ВО УрФУ г. Екатеринбург,

²ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум» г. Екатеринбург

В статье представлен обзор коллекции словарных определений мотивирования и стимулирования, выбраны определения-прототипы, проведена их критика, на основании которой построены концептуальные общие, базово-уровневые и модификационные модели, адаптированные к медицинской организации.

Ключевые слова: мотивирование, стимулирование, концептуальная модель, моделирование.

Conceptual model of motivation and incentives

Bobrova E.G.¹, Goldstein S.L.¹, Dontsov O.G.²

¹Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

²State financed Health Institution Sverdlovsk region Children's Clinical Hospital of remedial treatment Scientific-Practical Centre "Bonum", Ekaterinburg, Russia

The article provides an overview of existing definitions of motivation and incentives. The definition of a prototype was chosen, its criticism was carried out, based on which their conceptual models were constructed for each definition.

Keywords: motivation, stimulation, conceptual model, modeling.

Актуальность

Мотивирование и стимулирование – термины, широко применяемые в психологии и менеджменте. Несмотря на это в различных контекстах их словарные определения неоднозначны и единой терминологии в данной области исследования до сих пор нет, что, естественно, затрудняет и снижает эффективность строгих форм моделирования управленческой деятельности, в том числе связанных со стимулированием персонала к труду. Впрочем, существуют разные узкопрофильные определения мотивирования [1-5] и стимулирования [5-12]. Притом часто происходит смешение этих понятий. В то же время известна методика построения концептуальных моделей, предусматривающих ответы на 6 главных вопросов в трех модификациях.

Задача данной статьи – разработка пакета общих, базово-уровневых и модификационных концептуальных моделей мотивирования и стимулирования с ориентацией на медицинскую организацию.

Анализ коллекции определений

Нами было просмотрено более 30 литературных источников и множество ссылок интернет. В различных энциклопедиях, таких как Большая Советская и Британика (на английском языке) на момент написания статьи не представлено требуемых для данной работы определений. В результате для дальнейшего анализа подобрана коллекция определений и из нее выделено 13 аналогов. Однако предлагаемые определения не являются полными. Например, большинство определений не отвечают на вопрос, какие свойства они выполняют или на какой основе построены.

Впрочем, в имеющихся определениях можно проследить некоторые общие моменты: например, о том, что мотивирование закрывает функцию изменения поведения и действий человека, направлено на достижение целей и реализацию интересов. Стимулирование же в свою очередь направлено на достижение целей организации с функцией удовлетворения конкретных потребностей человека-работника.

Рассмотрим различные определения мотивирования (табл. 1) и стимулирования (табл. 2).

Исходя из табл. 1, можно сделать вывод о том, что за прототип стоит принять определение 3. В нем содержится достаточное количество информации для дальнейшей работы. К недостаткам прототипа можно отнести то, что он не описывает основы реализации указанных функций, а также нет обращения к свойствам мотивирования.

Ключевые слова прототипа: функции – воздействие на человека/группу людей; пути – пробуждение определенных мотивов; направленность – осуществление целей как побуждения к совершению определенных действий.

Таблица 1
Сравнение аналогов термина «мотивирование»

№ п/п	Ссылка	На какие вопросы отвечает:					
		функции	пути реализации	структурная основа	направленность	цель	свойства
1	[1]	+	-	-	+	-	+
2	[2]	+	-	-	+	-	-
3	[3]	+	+	-	+	+	-
4	[4]	+	-	+	-	-	-
5	[5]	-	-	-	+	-	-

Таблица 2
Сравнение аналогов по термину «стимулирование»

№ п/п	Ссылка	На какие вопросы отвечает:					
		функции	пути реализации	структурная основа	направленность	цель	свойства
1	[5]	-	-	-	+	-	-
2	[6]	+	-	-	-	-	-
3	[7]	-	+	-	-	+	-
4	[8]	+	-	-	+	-	-
5	[9]	+	-	-	-	-	-
6	[10]	-	+	+	+	-	-
7	[11]	-	-	+	-	-	-
8	[12]	-	-	-	+	-	-

Таким образом, по результатам табл. 2 за прототип целесообразно принять определение 6. Оно достаточно полно освещает понятие стимулирования. К недостаткам прототипа можно отнести то, что он не описывает функции процесса, его цели, а также нет обращения к свойствам стимулирования.

Ключевые слова прототипа: пути – привлечение и удержание персонала; направленность – достижение целей организации; основа – устойчивая мотивация.

Пакет предлагаемых концептуальных моделей мотивирования

С учетом найденных аналогов, прототипа и нашей критики предложены следующие концептуальные модели в формализме [16].

Общая концептуальная модель

Мотивирование – процесс с *функциями* воздействия на человека/группу людей и изменения его/их поведения *путем* пробуждения в нем/них конкретных мотивов, инициирующих изменение поведения *на основе* личностных психологических качеств самого человека, а также языковых средств и институтов воспитания и образования, *направленный* на формирование социализированной личности *с целью* устойчивого её развития при благоприятных условиях и выживания при неблагоприятных с передачей знаний в будущее со *свойствами* своевременности, технологичности и эффективности по процессу и соответствия интересам социума по результату.

Базово-уровневая модель

Мотивирование в условиях сегодняшней реальной социально-экономической ситуации – процесс с *функциями* воздействия на современного человека/группу людей и изменения его/их поведения *путем* пробуждения в нем/них определенных мотивов, инициирующих изменение поведения *на основе* достижений шестого технологического уклада, личностных психологических качеств самого человека, языковых средств, институтов воспитания, образования и мотивации, последнему из которых в современном обществе уделяется достаточно много времени и тратятся огромные средства на внедрение новых высоких технологий в данной сфере, *направленный* на интересы современного общества *с целью* устойчивого развития личности при благоприятных условиях и выживания при неблагоприятных с передачей знаний в будущее, например, с помощью «облачного» хранения информации, со *свойствами* своевременности, технологичности и эффективности по процессу и свойством соответствия интересам социума по результату.

Модификационная модель

Мотивирование в условиях сегодняшней реальной социально-экономической ситуации в медицинском учреждении – совокупность процессов психолого-педагогического характера для категорий: пациенты, семья и родственники пациентов, медицинский персонал, менеджеры, с *функциями* воздействия на человека/группу людей и изменения его/их поведения при взаимодействии в связи с оказанием медицинской услуги.

Путь – пробуждение в человеке (группе людей) определенных мотивов, инициирующих изменение поведения.

Структурная основа – достижения шестого технологического уклада, личностные психологические качества у различных категорий субъектов: пациент и его родственники – профилактика экстремизма, медицинский персонал – пациентоориентированность, менеджеры – соблюдение баланса между пациентоориентированностью и ориентацией на медицинскую организацию; языковые средства, институт воспитания, образования и мотивации, последнему из которых в современном обществе уделяется достаточно много времени и тратятся огромные средства на внедрение новых технологий в данной сфере

Направленность – на интересы современного общества, на выполнение должностных функционалов медицинскими работниками и менеджерами, на соблюдение пациентами режима и предписаний врачей, на контролирование родственниками выполнения пациентом этих указаний.

Цель – устойчивое развитие всех участников общественно-полезной социальной деятельности при благоприятных условиях и выживание при неблагоприятных с передачей знаний в будущее, например, с помощью «облачного» хранения информации и телемедицины.

Свойства – своевременность, технологичность и эффективность по процессу и соответствие интересам социума по результату.

Пакет предлагаемых концептуальных моделей стимулирования

С учетом найденных аналогов, прототипа и нашей критики предложены следующие концептуальные модели в формализме [16]

Общая концептуальная модель

Стимулирование – процесс с *функциями* удовлетворения потребностей, по большей части материальных, работника *путем* привлечения, удержания и направленного воздействия стимулирующего органа *на основе* устойчивой и эффективной мотивации, а также структурно-экономической организации бизнеса и нормативно-правовой базы, *направленный* на удовлетворение потребностей бизнеса *с целью* развития показателей производительности при благоприятных условиях труда и выживания при неблагоприятных с передачей информации в будущее со *свойствами* своевременности, технологичности и эффективности по процессу и соответствия интересам работодателя по результату.

Базово-уровневая модель

Стимулирование в современных условиях реальной социально-экономической ситуации – процесс с *функциями* удовлетворения конкретных потребностей, по большей части материальных, работника *путем* привлечения, удержания и направленного воздействия стимулирующего органа *на основе* достижений шестого технологического уклада,

современных средств компьютеризации, а также структурно-экономической организации бизнеса и нормативно-правовой базы, *направленный* на удовлетворение потребностей бизнеса, с учетом современного уровня науки и техники, автоматизированного обучения, облачных вычислений и т.п. *с целью* развития показателей производительности при благоприятных условиях труда и выживания при неблагоприятных с передачей знаний в будущее со *свойствами* своевременности, технологичности и эффективности по процессу и соответствия интересам работодателя по результату.

Модификационная модель

Стимулирование в современных условиях реальной социально-экономической ситуации в медицинской организации – совокупность процессов управленческого характера с *функциями* удовлетворения конкретных потребностей работника, по большей части материальных.

Путь – привлечение, удержание персонала и направленное воздействие управляющего органа – службы главного врача медицинской организации.

Структурная основа – достижения шестого технологического уклада в медицине, современные средства компьютеризации, а также структурно-экономическая организация медицинского бизнеса и нормативно-правовая база системы здравоохранения.

Направленность – на удовлетворение потребностей населения в медицинских услугах с учетом современного уровня медицинских технологий: компьютеризации, телемедицины, облачных вычислений, трансляционной медицины, роботизации и т.п.

Цель – развитие показателей производительности труда при благоприятных условиях труда и выживания при неблагоприятных с передачей информации в будущее на основе медицинских информационных систем.

Свойства – своевременность, технологичность и эффективность по процессу, и соответствие интересам социума по результату.

Результаты и вывод:

1. сформулирована задача поиска существующих определений мотивирования и стимулирования и построения на их основе концептуальных моделей;
2. проведены обзоры 13-ти аналогов и их оценка, по результатам которой выбраны прототипы и дана их критика;
3. построены 3 концептуальные модели: общая, базово-уровневая и модификационная в интересах медицины для каждого термина;

Полученные концептуальные модели можно использовать как основу для построения более формализованных моделей мотивирования и стимулирования.

Список литературы

1. Бугорский В.Н. Принципы математического моделирования мотивации к труду / В.Н. Бугорский, И.Д. Котляров, В.И. Фомин // Прикладная информатика. - 2007. - №3(9). - С. 114-118.
2. А.А. Малышев. Антиконфликтное мотивирование сотрудников внешнеторговых организаций / А.А. Малышев // Российский внешнеэкономический вестник. - 2007. - №1. - С. 39-44.
3. Удалов Ф. Е. К вопросу о кадрах как неотъемлемом элементе системы управления организацией / Ф. Е. Удалов, Н. И. Петрова // Вестник Челябинского государственного университета. - 2013. - № 8 (299). - С. 136-139.
4. Можаровская А.А. Факторы внутренней системы мотивирования сотрудников как инструмент управления развитием персонала организации / А.А. Можаровская // Российское предпринимательство. - 2005. - №4. - С. 21-26.
5. Телегин В.А. Мотивация и стимулирование работников на предприятии сервиса / В.А. Телегин. // Техничко-технологические проблемы сервиса. - 2009. - №2(8). - С. 85-91.
6. Когдин А.А. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности в управлении персоналом / А.А. Когдин // Основы экономики, управления и права. - 2012. - № 4 (4). - С. 80-83.
7. Волковицкая Г.А. Стимулирование труда: критерии качества / Г.А. Волковицкая // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. - 2007. - С. 29-37.
8. Якимов В.Н. Стимулирование и мотивация труда в организации / В.Н. Якимов // Государство и гражданское общество: политика, экономика, право. - 2012. - №4. - С. 61-67.
9. Скок С.П. Построение системы нематериального стимулирования / С.П. Скок // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». - 2010. - №1. - С. 103-105.
10. Гагаринская Г.П. Теоретико-методические аспекты совершенствования стимулирования труда персонала : монография / Г.П. Гагаринская, Т.С. Красулина. – М., 2016. – 148 с.
11. Воронин А.А. Математические модели организаций / А.А. Воронин, М.В. Губко, С.П. Мишин, Д.А. Новиков. — М.: Ленанд, 2008. – 360 с.
12. Новиков Д.А. Стимулирование в организационных системах / Д.А. Новиков. — М.: Синтег, 2003. – 306 с.
13. Авербух В. М. Шестой технологический уклад и перспективы (Краткий обзор) / В. М. Авербух // Вестник Ставропольского государственного университета. - 2010.- №71.- С. 159-166
14. Егорова С.В. Мотивация - экономический рост или тормоз современной экономики? / С.В. Егорова // Лидерство и менеджмент. - 2017.- №1. – С. 9-16.
15. Блохина С.И. Моделирование деятельности логопеда: критерии оценки / С.И. Блохина, С.Л. Гольдштейн и др. // ИНФОР БОНУМ, спецвыпуск. – 2000. - С. 45-54.

16. Гольдштейн С.Л. Системная интеграция бизнеса, интеллекта, компьютера. Книга 1: введение в проблематику и постановку задач: учебное пособие / С.Л. Гольдштейн. — Екатеринбург: «ИД ПироговZ», 2006. -392 с.

Боброва Екатерина Григорьевна - бакалавр кафедры технической физики, физико-технологического института ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел +7 (343) 375-41-51, bobrova.bodmig@yandex.ru

О РАЗВИТИИ АЛГОРИТМА ОБУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА КОЛЛЕКТИВА РОБОТОВ

Ворманов И.А., Евсегнеев О. А.

ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург, Россия

Проведен обзор существующих алгоритмов эволюционного развития искусственного интеллекта, на основе которого поставлена и решена задача оценки применимости различных эволюционных алгоритмов для развития распределенного интеллекта роботов и выявления недостатков данных алгоритмов путем проведения сравнительного анализа; приведена модель предлагаемого решения и примеры использования.

Ключевые слова: коллектив роботов, робот, эволюционный алгоритм, роевой интеллект.

On the development of a distributed intelligence in application to the collection of robots based on genetic algorithms

Vormanov I.A., Evsegneev O.A.

Ural Federal University, Ekaterinburg

The paper reviews the existing algorithms for the evolutionary development of artificial intelligence on the basis of which the problem of assessing the applicability of various evolutionary algorithms for the development of distributed intelligence of robots and revealing the shortcomings of these algorithms is posed and solved by conducting a comparative analysis; The model of the proposed solution and examples of use are given.

Keywords: robot groups, robot, evolutionary algorithm, genetic algorithm, swarm intelligence.

Введение

На заре развития робототехники роботы управлялись статическим алгоритмом, заблаговременно зашитым в память. Теперь же, с появлением нейронных сетей, роботы обрели свойство обучаемости. Обучение происходит за счет пересчета коэффициентов в нейронах и модификации связей. Помимо этого, в настоящее время перспективным направлением развития стало коллективное поведение роботов [1].

Коллектив роботов имеет два способа организации: централизованный и распределенный [2]. В данной статье речь пойдет именно о распределенной организации, так как она значительно превосходит централизованную по следующим критериям:

- мобильность – отсутствие центра управления позволяет коллективу перемещаться в пространстве, не теряя своей функциональности;
- безопасность – за счет распределения алгоритма принятия решений между всеми членами коллектива существенно снижается вероятность вмешательства посторонних лиц или систем в работу коллектива;
- отказоустойчивость – в централизованной системе отказ центра управления приведет к остановке работы всего коллектива, в то время как при отказе одного из роботов распределенный коллектив продолжит работу.

Одна из важнейших частей функционирования, как коллектива, так и одиночного робота - механизм эволюционного развития.

Ниже приведены наиболее эффективные алгоритмы, применяемые для обучения роботов:

- метод линейной регрессии - обучение заключается в анализе коэффициентов регрессии [3];
- метод градиентного спуска - обучение заключается в анализе экстремумов функции [4];
- метод Хука-Дживса - относится к прямым методам обучения и состоит из двух фаз: исследующий поиск и поиск по образцу [5];
- метод генетических преобразований - построен по аналогии с естественным отбором в природе [6].

Заказчик НИР - кафедра технической физики УрФУ в лице доц. к.ф.-м.н. Евсегнеева О. А. предлагает выполнить моделирование в задачах: построения карты местности или помещения, с обязательным условием отображения роботов в виде облака точек, подобного облаку точек лидара [7].

Поставлена и решена задача выбора наиболее эффективного алгоритма обучения коллектива роботов, а также предложены варианты его модификации.

Результаты исследования и их обсуждение

В применении к коллективному интеллекту наиболее эффективен именно генетический метод [6], так как он один из самых универсальных методов, хоть и уступает некоторым другим в скорости обучения. Кроме того, так как данный подход основан на эволюции живых организмов, генетический алгоритм имеет наибольший потенциал среди конкурентов для доработки под использование в процессе обучения коллектива роботов. В таблице приведен пакет прототипов.

Ранг	Название	Источник информации
0	Robot actor simulation system for robot dramas [8]	База патентов Google
1	iAnt swarm robotic platform and evolutionary algorithms [9]	
1	Swarm-Bot: a New Distributed Robotic Concept [10]	

Основной недостаток стандартного генетического алгоритма заключается в направленности на одиночного робота. Весь процесс протекает внутри, не затрагивая взаимодействие с другими индивидами коллектива. В этом случае особь популяции - это вариант алгоритма решения и в процессе их эволюции происходит отбор. Но в таком случае невозможно получить полноценное коллективное взаимодействие.

Гипотеза о преодолении критики - для исключения данной негативной особенности необходимо доработать алгоритм следующим образом: помимо обучения каждого робота в отдельности добавляется еще один эволюционный механизм, работающий с коллективом в целом.

Результатом будут два независимых механизма обучения. Первый - локальный модификатор, работает с каждым роботом в отдельности и подстраивает его рефлекс, например, управление установленными датчиками и актуаторами. Второй - глобальный модификатор, обучает коллектив в целом. На основе данных об окружающей среде, оценки действий роботов и анализа информации, передаваемой по каналам связи внутри коллектива, данный механизм, рассматривая обучаемый коллектив в качестве популяции, отбирает и модифицирует наиболее успешных особей на каждом этапе обучения.

Реализуется глобальный модификатор через добавление специального механизма, расположенного вне обучаемого коллектива, но в то же время получающего информацию о каждом индивиде.

Для реализации этого механизма планируется разработка специального приложения, позволяющего модифицировать алгоритм поведения роботов, используя не реальных физически сконструированных роботов, а их виртуальные модели, что существенно уменьшает затраты на обучение. Модель данного приложения представлена в статье "О развитии модели распределенного интеллекта коллектива роботов на основе нейронных сетей" Банникова И.К. в этом выпуске журнала. Механизм эволюционного развития будет реализован посредством блока обучения, в качестве исходных данных получающий информацию о текущем состоянии среды, состояния роботов, как индивидуально, так и коллективно, относительно среды. Затем на основе этих данных делается вывод об

эффективности действий коллектива на данной итерации процесса обучения, проводится локальная и глобальная модификации, генерируется новая структура управляющей нейронной сети, которая зашивается в виртуальные абстракции роботов для анализа поведения на следующей итерации. Алгоритм работы механизма обучения представлен на рисунке.

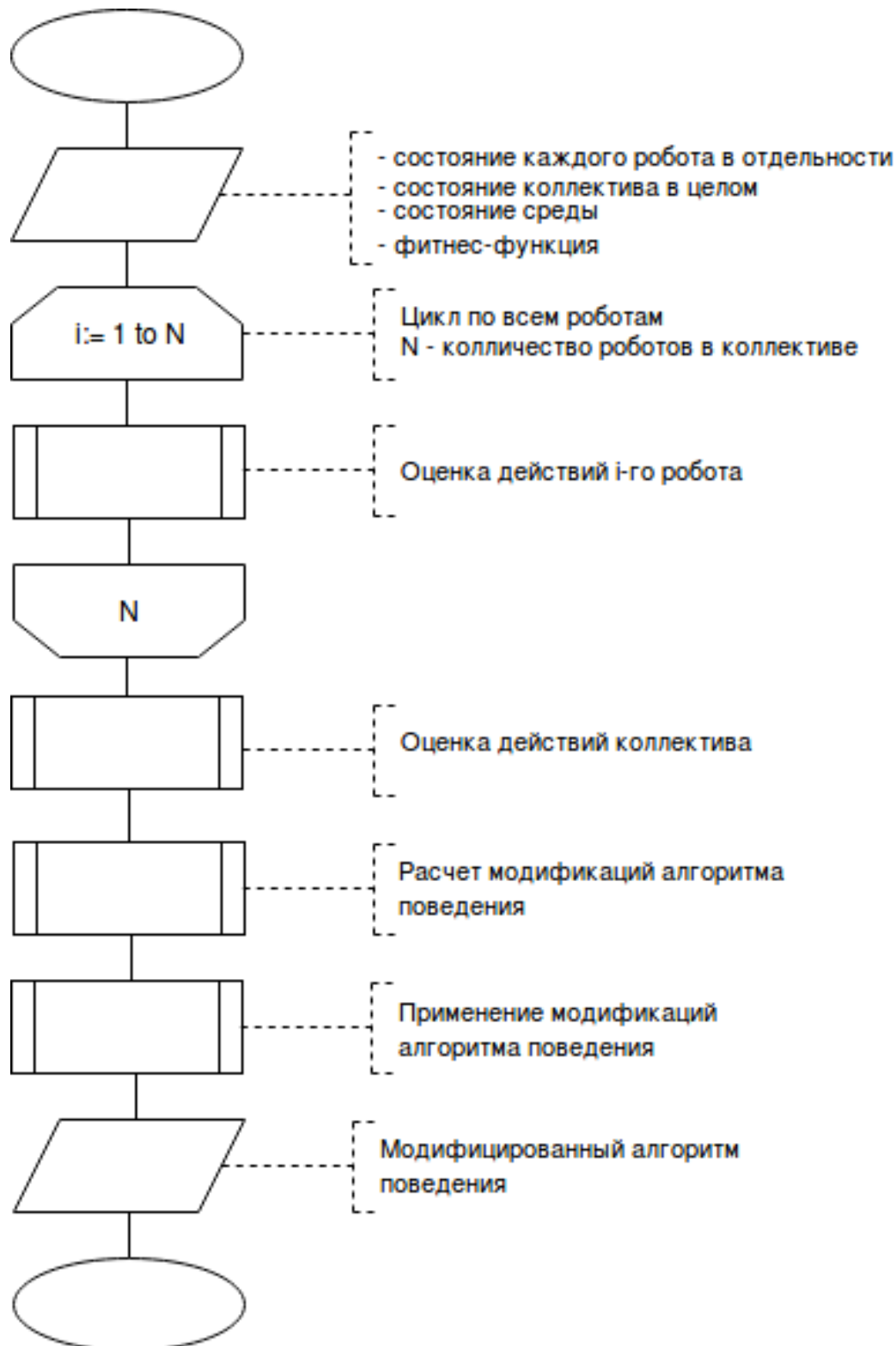


Рис. Алгоритм работы механизма обучения

Возможное применение в медицине

Стремительно набирающая популярность робототехника не обошла стороной и медицину. Сейчас роботы могут осуществлять постоянное наблюдение за пациентами, анализируя данные и предоставляя результаты врачу, с определенной точностью ставить диагноз и даже проводить хирургические операции.

Использование коллектива роботов существенно расширяет области применения роботов в медицине. В связи с развитием 3D-печати, современная наука близка к тому, чтобы печатать полноценно функционирующие внутренние органы человека для пересадки. Однако 3D-принтер – это достаточно громоздкий механизм, что значительно снижает его мобильность. При использовании коллектива специальных роботов можно печатать объекты любых размеров без использования принтера [11].

Такой подход может позволить печатать имплантат прямо на месте имплантации. Для этого понадобится только коллектив небольших роботов, способных производить 3D-печать и мобильный резервуар с материалом из которого будет создаваться имплантат. Данный резервуар будет выступать в роли дозоправочной станции для роботов.

Результаты и выводы

1. Поставлена задача модификации механизма развития распределенного интеллекта коллектива роботов. Задача решена путем усложнения структуры модификатора на основе генетического алгоритма, а также расширения области его действия в процессе модификации алгоритма поведения.

2. Приведена авторская архитектурная модель системы моделирования и обучения, предлагаемая для устранения недостатков существующего механизма обучения в применении к коллективу роботов.

3. Рассмотрены применения данной технологии в медицинских целях.

Список литературы

1. Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желаемое и действительное // Современная мехатроника. Сб. научн. трудов Всероссийской научной школы - Орехово-Зуево, 2011. – С.35-51
2. Тарасов В.Б. Системно-организационный подход в искусственном интеллекте // Программные продукты и системы. – 1999 - №3. – С.6-13
3. Демиденко Е.З. Линейная и нелинейная регрессии - М.: Финансы и статистика, 1981.
4. Городецкий С.Ю. Нелинейное программирование и многоэкстремальная оптимизация. — Нижний Новгород: Издательство Нижегородского Университета, 2007.

5. Аттетков А.В. Метод Хука - Дживса // Методы оптимизации. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
6. Панченко Т. Генетические алгоритмы // Издательский дом «Астраханский университет». — 2007.
7. Антонов А. Сканирующие лазерные дальномеры // Современная электроника. - 2016. – с.10-15
8. XU WENFU. Robot actor simulation system for robot dramas // Международный патент №CN104950689(A), 2015.
9. Melanie E. Moses iAnt swarm robotic platform and evolutionary algorithms // Международный патент №US9446512(B1), 2016
10. Monada F. Swarm-Bot: a New Distributed Robotic Concept // Autonomous Robots – 2004 – vol. 17 - pp 223–245
11. Pease A. Autonomous system: spider workers [Электронный ресурс] // Siemens Robotics Labs in Princeton. Режим доступа: <https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/autonomous-systems-siemens-research-usa.html>

Ворманов Игорь Александрович - магистрант, кафедра технической физики, ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел +7 (343) 375-41-51, via96rus@gmail.com

ПРОБЛЕМАТИКА ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

Газизова М. Д.¹, Гольдштейн С. Л.¹, Донцов О. Г.²

¹ ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург, Россия

² ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», г. Екатеринбург, Россия

В статье приведен обзор методов автоматизированного построения предметных онтологий иерархического типа. Осуществлены анализ и критика аналогов по методологическим схемам и метрикам оценки качества онтологии. Обозначена применимость аналогов.

Ключевые слова: онтологии, иерархическая структура, построение и анализ онтологий.

The problems of construction of ontologies with a hierarchical structure

Gazizova M. D.¹, Goldstein S. L.¹, Dontsov O. G.²

¹ Ural Federal University, Ekaterinburg

² State Autonomous Health Institution Sverdlovsk Region Multidisciplinary Clinical Medical Center "Bonum", Ekaterinburg

The article presents a review of methods for automated generation of subject ontology the hierarchical type. The analysis and criticism unparalleled in the methodological schemes and metrics for assessing the quality of ontology. Indicated the applicability of analogues.

Keywords: ontologies, the hierarchical structure, the construction and analysis of ontologies.

Введение

Онтологии широко используют в представлении знаний, инженерии знаний, информационном поиске, семантической интеграции информационных ресурсов и др. Сформированные на основе онтологий интеллектуальные системы продуктивны в различных сферах деятельности, в том числе, в медицине [1-2]. Существует 3 способа построения онтологии: ручной, автоматизированный и автоматический. Способам создания онтологий посвящен ряд публикаций, например [3-13]. Разработаны программные продукты, наиболее известные: Protégé [12], Ontolingua[13], OntoEdit [14], Concept-Ont-M2 [4], CONCEPT MARKER [3] и др. При этом проблема автоматизации построения онтологий остается актуальной.

Заказчик текущей работы – учреждение системы здравоохранения ГАУЗ СО – многопрофильный клинический медицинский центр «Бонум».

В статье поставлена и решена задача анализа источников информации по теме, выбора аналогов автоматизированного построения онтологий, их сравнения с известными методологическими схемами, анализа и критики аналогов, уточнения области применения.

Литературно-аналитический обзор

В ходе данной работы были просмотрены 8 монографий и учебников, 25 научных статей и множество ссылок интернет. Выявлены методологические схемы построения онтологий [3 - 4]. Для дальнейшего анализа отобраны 4 аналога методов автоматизированного построения онтологий [5 -7, 13], удовлетворяющие условию: научная статья должна быть не старше 2007 г.

На основе литературно-аналитического обзора принято решение, прежде всего, представить исходные вербальные описания всех аналогов в виде алгоритмов на языке блок-схем.

Алгоритмизация аналогов на языке блок-схем

В разделе представлены восстановленные из авторского (исходного) вербального описания блок-схемы алгоритмов аналогов [5-7, 11] (рис.1 - 4). Видно, что строгость в отражении порядка действий и наглядность повысились по сравнению с вербальными описаниями.

Относительно термина «концепт» в блоке 4 рис. 1 поясним: концепт — единица речевого высказывания, логический и смысловой компонент его семантической структуры; характеризует акт понимания и его результат, полученный в коммуникации, тем самым предполагая направленность на другого; акт схватывания смыслов [14].

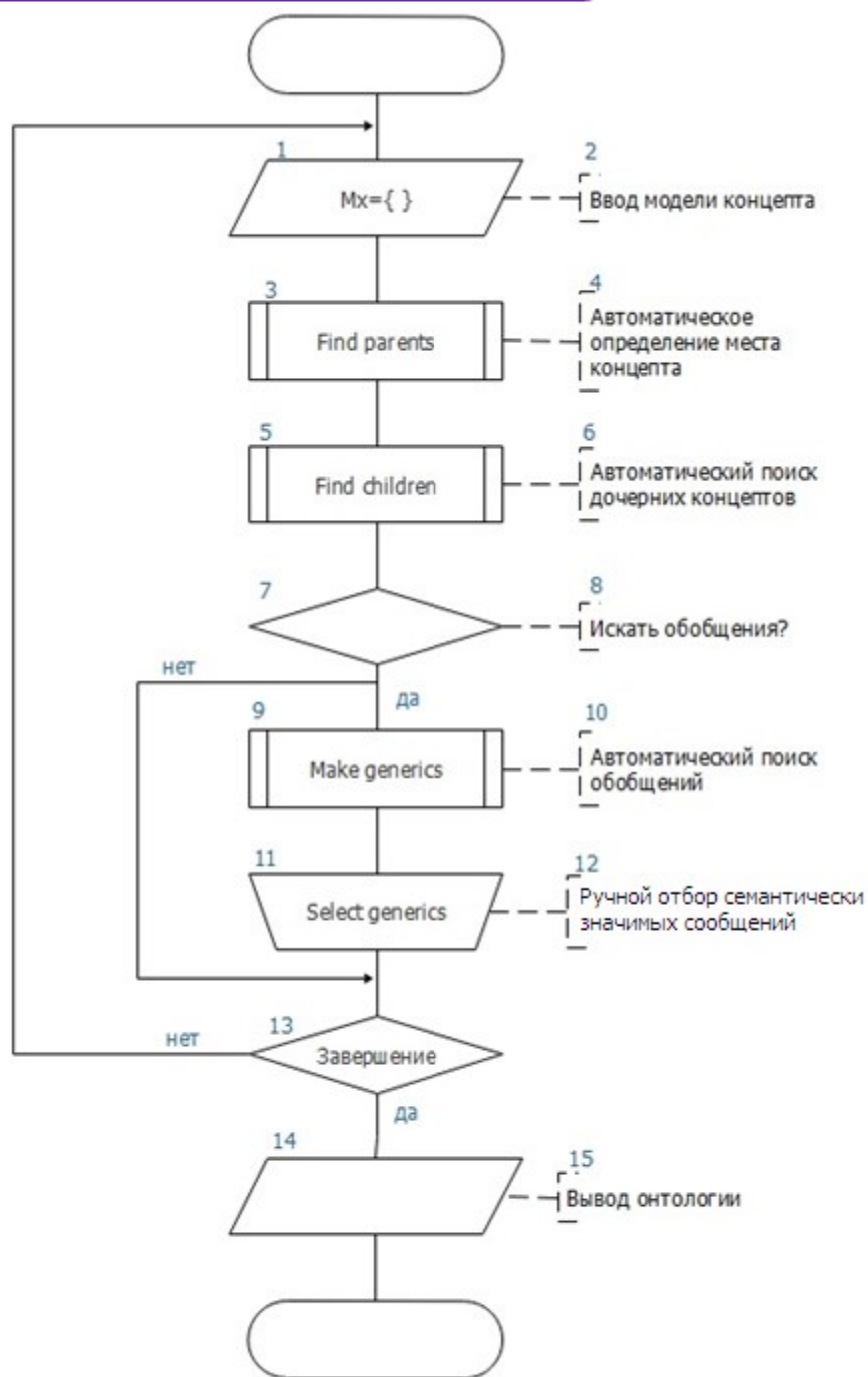


Рис. 1. Блок-схема метода автоматизированного построения онтологии предметной области [5]

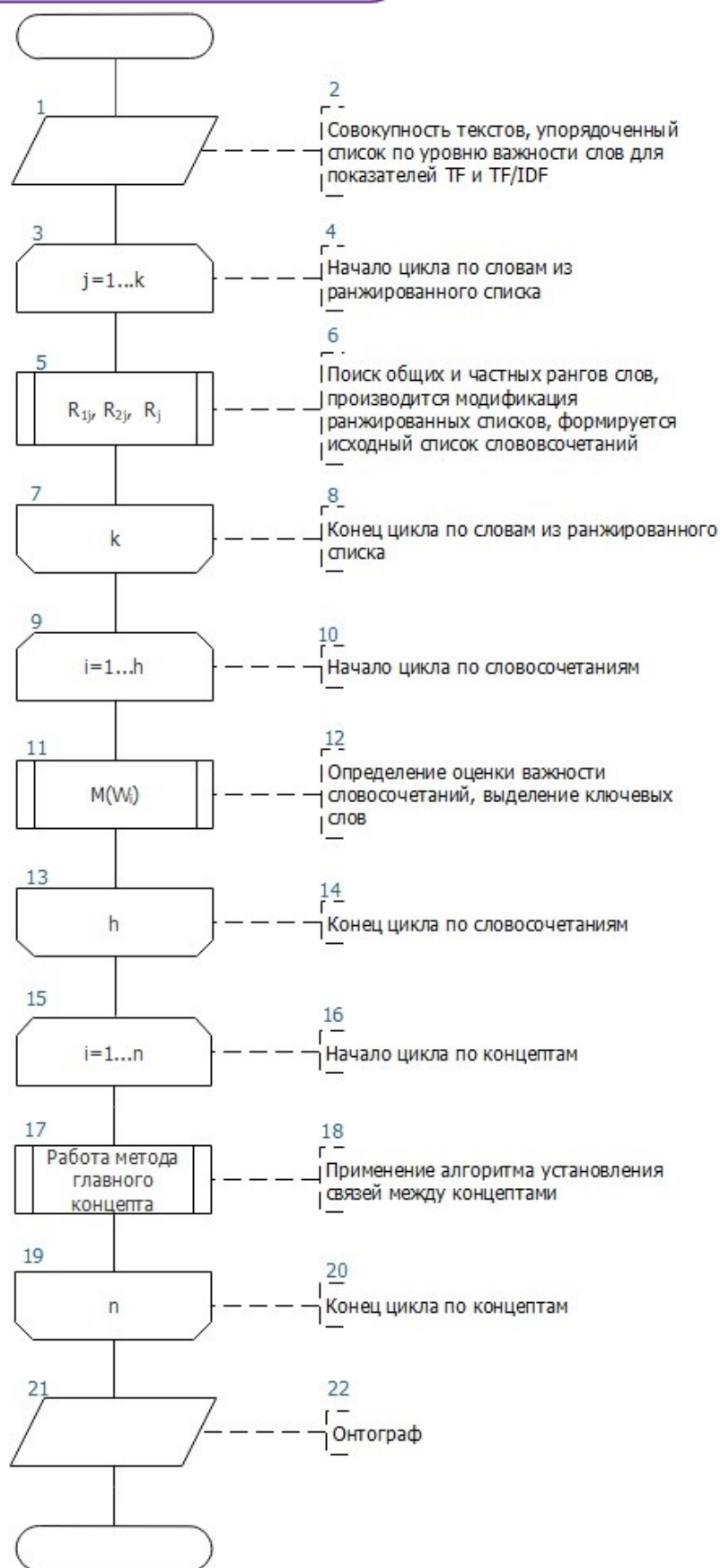


Рис. 2. Блок-схема метода автоматизированного построения онтологических моделей с древовидной структурой концептов [6]

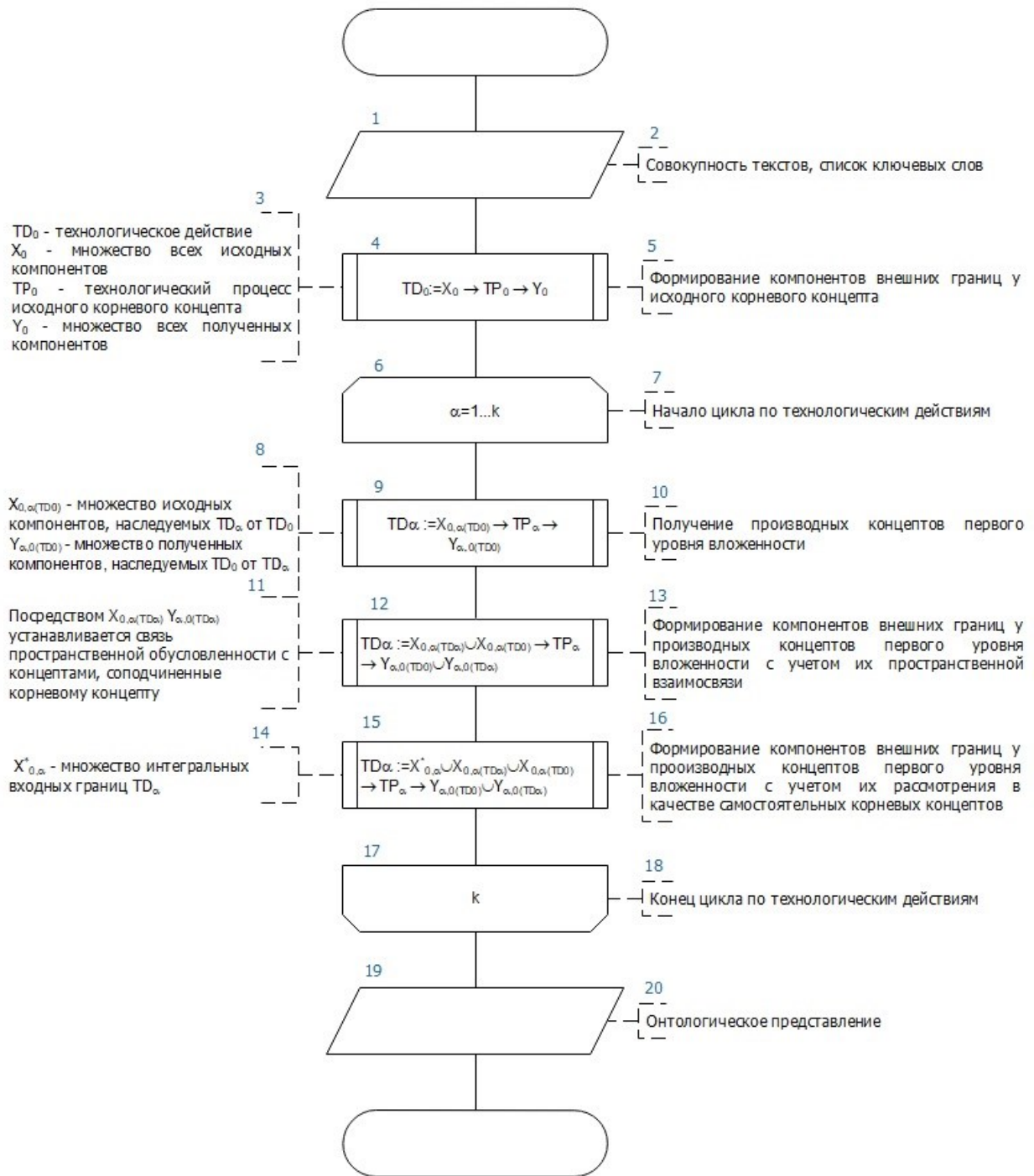


Рис. 3. Блок-схема метода построения онтологии технологических действий [7]



Рис. 4. Блок-схема метода построения онтологий предметных областей со структурными отношениями на основе анализа формальных понятий [13]

Методологические схемы как основа для анализа алгоритмов

В качестве основы для анализа алгоритмов взяты методологические схемы [3]. Основная приведена на рис. 5. Видно, что для построения онтологий предметной области предлагается ориентировка на терминосистемы (блок 1 из 4-х процедур: извлечение знаний о заголовочных терминах, извлечение дефиниций заголовочного термина, извлечение знаний о семантических отношениях и построение фрагментов фреймов-знаков, построение единой семантической сети фреймов-знаков) или на номенклатуру (блок 2 из 4-х процедур: извлечение дефиниций терминов, извлечение знаний о семантических отношениях, построение фрагментов фреймов-знаков, соединение номенклатуры и терминосистемы). При этом заложена предварительная обработка естественно-языкового текста традиционными методами по схеме на рис. 6. Построение онтологии, как терминосистемы, даёт ядро онтологии предметной области, а конечный

вариант онтологии должен быть создан путем соединения нескольких ядер, построенных на основе разных терминологических словарей. При построении онтологии как номенклатуры, онтология представляется иерархией, в корне которой - терминосистема, а в узлах – номенклатура. Сложность автоматизированного построения онтологии заключается в том, что велика роль субъективного начала в формировании концепта.

Алгоритм [5] не имеет собственного средства предварительной обработки естественно-языкового текста. Модели концептов предметной области вводятся вручную экспертом или из внешних источников в результате работы программного обеспечения. В алгоритме [6] предварительная обработка текстов основывается на статистическом анализе. При этом отсутствует четкое разделение между понятиями «слово» и «концепт». В алгоритмах [7, 13] способы предварительной обработки не конкретны.

Оценка качества построения онтологий

В табл. приведено сравнение выбранных аналогов по известным метрикам оценки онтологий [15]. Можно отметить, что в алгоритмах всех аналогов отсутствует такая проверка.

Таблица
Сравнение аналогов методов автоматизированного построения онтологии

Ссылка	Оценки по критериям:							Общая оценка
	общего анализа графа	когнитивной эргономичности	метрики циклов	Ингве-Миллера	разнообразия количества связей	глубины	запутанности графа	
[5]	0,55	1	1	1	1	0	0,9	5,45
[6]	0,64	0,42	1	1	0,33	0,37	0,89	4,65
[7]	1	0,84	1	1	1	0,43	1	6,27
[13]	0,82	0,97	1	1	Нет данных	0,79	1	5,58

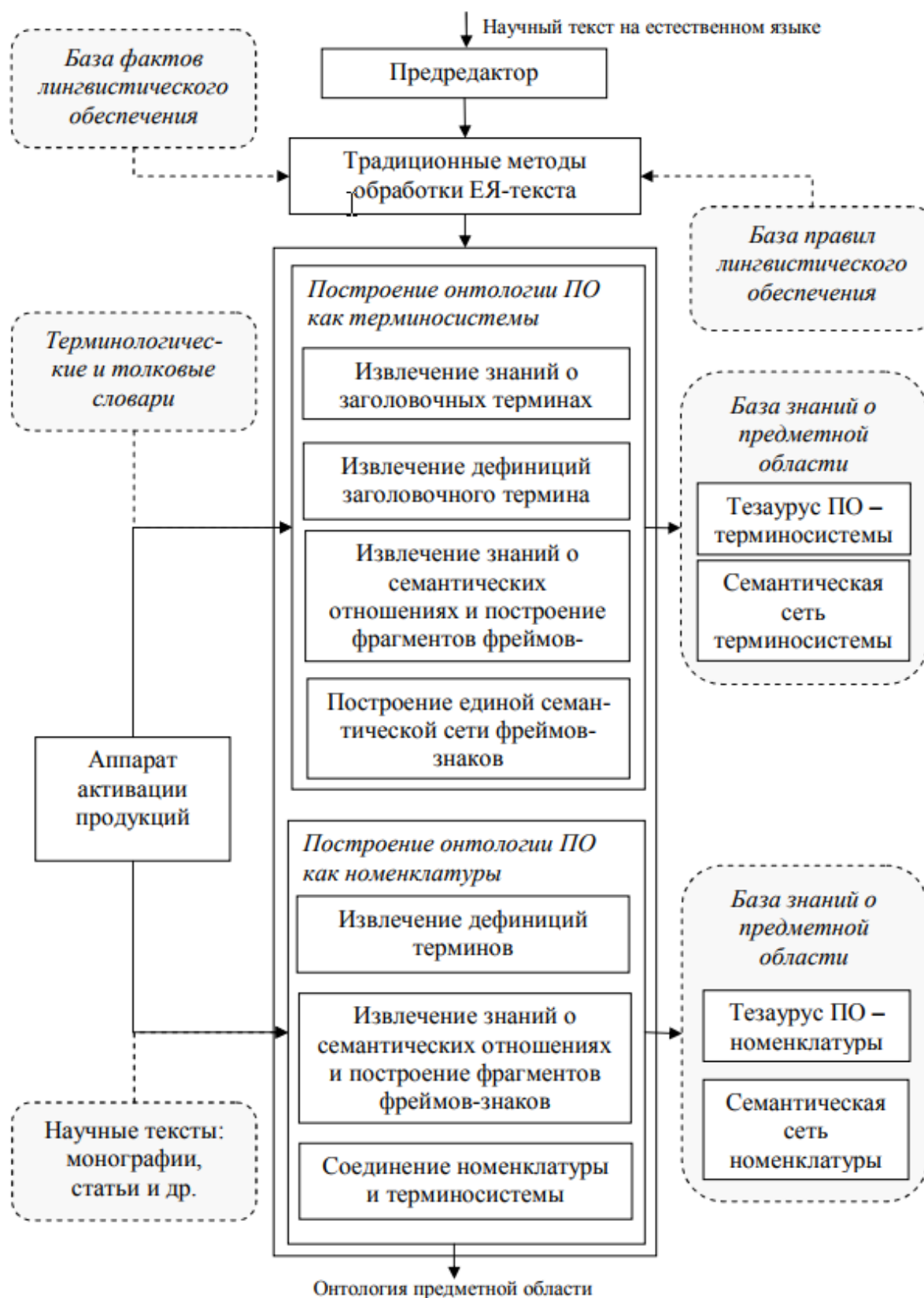


Рис. 5. Обобщенная схема построения онтологии предметной области [3]

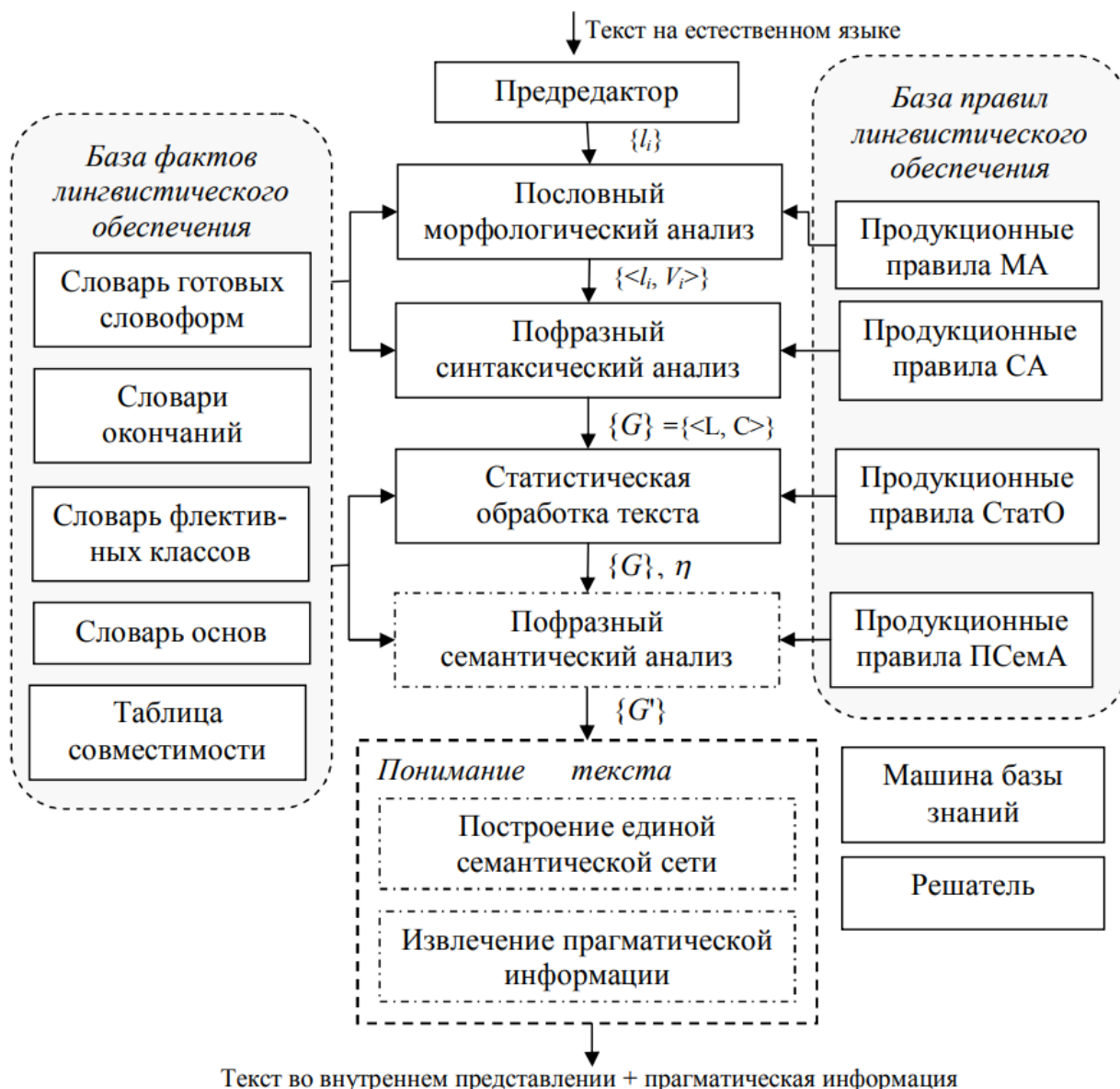


Рис. 6. Обобщенная схема анализа монологического текста [3]

Применимость алгоритмов аналогов

Методы, выбранные в качестве аналогов, можно применять к любым текстам. Задача нашей дальнейшей работы – применить к деятельности медицинской организации в части собственно медицины (диагностика, лечение, реабилитация, профилактика), организации здравоохранения и вспомогательных технологий (эпидемиология, IT-технологии), в частности, разобраться с качеством разработки программных средств для медицинских информационных систем, например, по стандартам ГОСТ и ISO.

Результаты и выводы

1. Поставлена задача анализа источников информации о методах автоматизированного построения онтологий, выбора аналогов, их сравнения с известными методологическими схемами, анализа и критики аналогов, уточнения области применения,

2. Из вербального описания методов восстановлены алгоритмы аналогов на языке блок-схем,

3. Проведен анализ 4-х аналогов на основе известной методологической схемы, проведена критика аналогов,

4. Осуществлена оценка качества онтологий на основе известных критериев,

5. Определена область применения

В дальнейшем целесообразно выбрать компилятивный прототип и поставить эксперимент с построением иерархической онтологии по прототипу и аналогам.

Список литературы

1. Клещев А.С. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 1. Существующие подходы к определению понятия «онтология» / А.С. Клещев, И.Л. Артемьева // Научно-техническая информация, серия 2 «Информационные процессы и системы». – 2001. – № 2. – С. 20-27..

2. Humphreys B.L. The Unified Medical Language System: An Informatics Research Colloboration / B.L. Humphreys, D.A.B. Lindberg, H.M. Schoolman, G.O.Barnett // J. Am. Medical Informatics Assoc. – 1998. – Vol. 5. – No. 1. – P. 1-11.

3. Нахайнова Л. В. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования / Л. В. Нахайнова. – Улан-Удэ : БНЦ СО РАН, 2008. – 236 с.

4. Ермаков А. Е. Автоматизация онтологического инжиниринга в системах извлечения знаний из текста / А. Е. Ермаков. // Труды Международной конференции Диалог. – 2008.

5. Антонов И. В. Метод автоматизированного построения онтологии предметной области : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.01 / И. В. Антонов; Балт. гос. техн. ун-т. – 2011. – 156 с.

6. Чалая Л. А. Метод автоматического построения онтологических моделей с древовидной структурой концептов / Л. А. Чалая, А. В. Чижевский. // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – 2015. – 173. – С. 32-42

7. Андреев Д. А. Метод построения онтологии технологических действий / Д. А. Андреев, М. В. Воронов. // Вестник СГТУ. – 2012. – №3(67). – С. 160-168.

8. Кравченко Ю. А. Метод создания онтологии предметной области на основе глоссария / Ю. А. Кравченко, А. А. Новиков, В. В. Марков. // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2015. – 6(167) – С. 158-168.

9. Оробинская Е.А. Метод автоматического построения онтологии предметной области на основе анализа лингвистических характеристик текстового корпуса / Е.А. Оробинская // Интернет и современное общество (IMS-2012) : тр. XV Всерос. объединенной конф., СПб., 2012. – С. 209-212.

10. Грегер, С. Э. Построение онтологии архитектуры информационной системы / С. Э. Грегер, С. В. Поршнев. // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – 10(11). – С. 2405-2409. – URL: <https://fundamental-research.ru/pdf/2013/10-11/32804.pdf>
11. Gavrilova T. Gestalt principles of creating learning business ontologies for knowledge codification / T. Gavrilova, I. Leshcheva, E. Strakhovich. // *Knowledge Management Research & Practice*. – 2015. – 13(4). – С. 418-428.
12. Gavrilova T. A. Ontology design and individual cognitive peculiarities: A pilot study / T. A. Gavrilova, I. A. Leshcheva, E. Strakhovich. // *Expert systems with Applications*. – 2015. – 42(8). – С. 3883-3892.
13. Смирнов С.В. Построение онтологий предметных областей со структурными отношениями на основе анализа формальных понятий / С.В. Смирнов // *Знания – Онтологии - Теории: Труды Всероссийской конференции с международным участием ЗОНТ-2011*. - Новосибирск : Институт математики СО РАН, 2011. — Т. 2. — С. 103-112.
14. Касавин И. Т. Энциклопедия эпистемологии и философии науки / И. Т. Касавин. – М. : «Канон+», РООИ «Реабилитация», 2009. – 1248 с.
15. Гаврилова, Т. А. Субъективные метрики оценки онтологий / Т. А. Гаврилова. и др. // *Знания – Онтологии – Теории : Материалы Всероссийской конференции с международным участием ЗОНТ-09*. – 2009. – С. 178-187.
16. Musen M. Domain Ontologies in Software Engineering: Use of Prot?g? with the EON Architecture / M. Musen. // *Methods of Inform. in Medicine*. – 1998. – 37(14). – С. 540-555.
17. Farquhar A. The Ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction / A. Farquhar, R. Fikes, J. Rice. // *International Journal of Human-Computer Studies*. – 1997. – 46(6). – С. 707-728.
18. Sure Y. OntoEdit: Collaborative ontology development for the Semantic Web / Y. Sure. и др. // *In Proc. of the Inter. Semantic Web Conference (ISWC 2002)*. – 2002. – URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-48005-6_18
19. Соловьев В. Д. Онтологии и тезаурусы / В. Д. Соловьев, Б. В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич – Казань: Казанский государственный университет, 2006. – 157 с.
20. Гольдштейн С. Л. Настройка корпоративных информационных систем на задачи предприятия / Гольдштейн С. Л., Кашперский И. В. ; ГОУ ВПО "Уральский гос. технический ун-т - УПИ", НП "Уральский межкакадемический союз". - Екатеринбург : Форт Диалог-Исеть, 2006. – 132 с.

Газизова Мария Дамировна – бакалавр кафедры технической физики, физико-технологического института ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел. +7 (343) 375-41-51, gazizova-mashka.gazizova@yandex.ru

ОЦЕНКА СТАНДАРТА ISO/IEC 25010

Донцов О. Г.¹, Гольдштейн С.Л.²

¹ ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», г. Екатеринбург, Россия

² ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург, Россия

Создана и описана онтология стандарта ISO/IEC 25010 и показано её визуальное представление. Проведена оценка этой онтологии по 7 наборам метрик и метрике применимости онтологии с целью последующей детализации понятий. Результаты оценки даны в табличном виде с формулой, описанием обозначений, полученных и оптимальных значений.

Ключевые слова: онтология, оценка онтологии, стандарт, качество программного обеспечения.

Assessment standard ISO/IEC 25010

Dontsov O.G.¹, Goldshtein S.L.²

¹ State Autonomous Health Institution Sverdlovsk Region Multidisciplinary Clinical Medical Center "Bonum", Ekaterinburg

² Ural Federal University, Ekaterinburg

The ontology of ISO/IEC 25010 is created and described, and its visual representation is shown. This ontology was evaluated on seven sets of metrics and the ontology applicability metric for further detailing the concepts. The results of the evaluation are given in a tabular form with a formula, a description of the notation, the obtained and the optimal values.

Keywords: ontology, ontology evaluation, standard, software quality.

Введение

На текущий момент существуют стандарты в области оценки качества программного обеспечения (ПО), последний стандарт, принятый ISO - ISO/IEC 25010:2011 [1]. Данный стандарт представляет собой онтологию стандарта оценки качества ПО. Имеет смысл произвести оценку данной онтологии с целью последующей детализации понятий.

Онтология стандарта ISO/IEC 25010

Для анализа стандарта ISO/IEC 25010 воспользуемся российским аналогом ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 [2], поскольку он идентичен международному стандарту. Построенная по стандарту онтология разделяется на две вершины «качество при использовании» и «качество системы/программной продукции» (рис.)

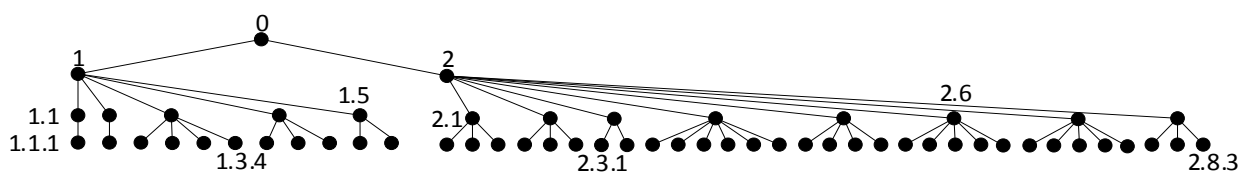


Рис. Онтология стандарта ISO/IEC 25010,

где 0 – качества, 1 – качество при использовании, 2 – качество системы/программной продукции, 1.1 – эффективность, 1.2 – производительность, 1.3 – удовлетворенность, 1.4 – свобода от риска, 1.5 – покрытие контекста, 2.1 – функциональная пригодность, 2.2 – уровень производительности, 2.3 – совместимость, 2.4 – удобство использования, 2.5 – надежность, 2.6 – защищенность, 2.7 – сопровождаемость, 2.8 – переносимость, 1.1.1 – результативность, 1.2.1 – производительность, 1.3.1 – полноценность, 1.3.2 – доверие, 1.3.3 – удовольствие, 1.3.4 – комфорт, 1.4.1 – смягчение отрицательных последствий экономического риска, 1.4.2 – смягчение отрицательных последствий риска здоровья и безопасности, 1.4.3 – смягчение отрицательных последствий экологического риска, 1.5.1 – полнота контекста, 1.5.2 – гибкость, 2.1.1 – функциональная полнота, 2.1.2 – функциональная корректность, 2.1.3 – функциональная целесообразность, 2.2.1 – временные характеристики, 2.2.2 – использование ресурсов, 2.2.3 – потенциальные возможности, 2.3.1 – сосуществование, 2.3.2 – интероперабельность, 2.4.1 – определимость пригодности, 2.4.2 – изучаемость, 2.4.3 – управляемость, 2.4.4 – защищенность от ошибки пользователя, 2.4.5 – эстетика пользовательского интерфейса, 2.4.6 – доступность, 2.5.1 – завершенность, 2.5.2 – готовность, 2.5.3 – отказоустойчивость, 2.5.4 – восстанавливаемость, 2.6.1 – конфиденциальность, 2.6.2 – целостность, 2.6.3 – неподдельность, 2.6.4 – отслеживаемость, 2.6.5 – подлинность, 2.7.1 – модульность, 2.7.2 – возможность многократного использования, 2.7.3 – анализируемость, 2.7.4 – модифицируемость, 2.7.5 – тестируемость, 2.8.1 – адаптируемость, 2.8.2 – устанавливаемость, 2.8.3 – взаимозаменяемость.

Критерии оценивания

Для оценки онтологии используют различные критерии [3-6]. Наиболее полна оценка, описанная в [3] по метрикам: циклов, Ингве-Миллера, связей, глубины, ширины, запутанности графа, измерения ветвистости графа. Используемые обозначения: g – граф, представляющий онтологию, G – множество всех вершин графа g , E – множество всех ребер графа g .

Результаты оценки онтологии стандарта ISO/IEC 25010

Оценка по метрикам циклов. В онтологии нет циклов, поэтому количество различных циклов, количество вершин, входящих в какой-нибудь цикл деленное на количество вершин, равны 0.

Оценка по метрикам Ингве-Миллера. В онтологии степень всех вершин не больше 9. Сумма всех степеней вершин графа равна 114, а количество вершин — 58. В [3] вместо среднего квадратичного отклонения степени приведена формула дисперсии, поэтому данную метрику называют дисперсией вершины.

Оценка по метрикам связей. В онтологии все связи одного типа «часть-целое», поэтому количество различных типов связей равно 1, а количество вершин с разными типа связей — 0.

Оценка по метрикам глубины. Длины каждого пути графа одинаковы и равны 3, всего в графе 42 пути. В [3] вместо среднего квадратичного отклонения глубины приведена формула дисперсии, поэтому данную метрику называют дисперсией глубины.

Оценка по метрикам ширины. В графе 4 уровня. На 0-ом уровне 1-ом вершина, на 1-ом уровне 2 вершины, на 3-ем уровне 13 вершин, на 4 уровне 42 вершины. Между уровнями 1 и 2 отношение ширины соседних уровней достигает максимума. В [3] вместо среднего квадратичного отклонения ширины приведена формула дисперсии, поэтому данную метрику называют дисперсией ширины.

Оценка по метрикам запутанности графа. Все вершины являются вершинами с одной входящей дугой, поэтому количество всех родительских вершин составляет 57, что соответствует количеству всех вершинам за исключением родительской.

Оценка по метрикам ветвистости графа. Листьями графа называют вершины без дочерних вершин, остальные называют нелистовыми. Вершин с листовыми и нелистовыми вершинами в графе нет, а вершины, у которых есть листья графа, это вершины 3-его уровня, то есть их 13. Минимальное количество детей-листьев у одной из предпоследних вершин в графе — 1. В [3] вместо среднего квадратичного отклонения детей-листьев у предпоследних вершин в графе приведена формула дисперсии, поэтому данную метрику называют дисперсией детей-листьев у предпоследних вершин в графе.

В таблице приведены результаты оценки онтологии стандарта ISO/IEC 25010 с названиями метрик, формулами расчета, обозначениями и подобранными оптимальными значениями, которые соответствуют абстрактной идеальной онтологии.

Таблица
Результаты оценки онтологии стандарта ISO/IEC 25010

Название метрики	Формула	Обозначения	Значение	Оптимальное значение
Количество различных циклов	—	—	0	0
Количество вершин, входящих в какой-нибудь цикл деленное на количество вершин	$\frac{N_{v \in C}}{n_g}$	$N_{v \in C}$ — количество вершин, входящих в какой-нибудь цикл, C — множество вершин, входящих хотя бы в один цикл, n_g — количество вершин	$\frac{0}{58} = 0$	0
Отношение количества вершин с нормальной степенью по отношению ко всем вершинам	$\frac{N_{v \in GD}}{n_g}$	$N_{v \in GD}$ — количество вершин с нормальной степенью, GD — множество вершин с нормальной степенью	$\frac{58}{58} = 1$	1

Таблица (продолжение)
Результаты оценки онтологии стандарта ISO/IEC 25010

Средняя степень вершины	$\frac{\sum_{v \in G} \deg(v)}{n_g}$	$\deg(v)$ — степень вершины графа	$\frac{114}{58} = 1,96$	$\leq(7 \pm 2)$
Медиана степени вершины	$\widetilde{\deg}(v)$	$\widetilde{\deg}(v)$ — медиана степени вершины графа	1	$\leq(7 \pm 2)$
90%-line степени вершины графа	$P_{90}(\deg(v))$	—	5	$\leq(7 \pm 2)$
Дисперсия вершины	$\frac{\sum_{v \in G} (\deg(v) - \frac{\sum_{v \in G} \deg(v)}{n_g})^2}{n_g - 1}$	—	$\frac{199,931}{58 - 1} = 3,5$	0
Количество различных типов связей в графе	$N_{v \in TE}$	TE — множество типов связей графа, $N_{v \in TE}$ — количество различных типов связей	1	1
Нормированное количество различных типов связей	$\frac{N_{v \in TE}}{n_g}$	—	$\frac{1}{58} = 0,017$	0,017
Количество вершин с разными типами исходящих связей по отношению ко всем вершинам графа	$\frac{N_{v \in VD}}{n_g}$	VD — множество всех вершин графа, с разными типами исходящих связей, $N_{v \in VD}$ — количество вершин с разными типами исходящих связей	$\frac{0}{58} = 0$	0
Количество вершин с разными типами входящих связей по отношению ко всем вершинам графа	$\frac{N_{v \in V\bar{D}}}{n_g}$	$V\bar{D}$ — множество всех вершин графа, с разными типами входящих связей, $N_{v \in V\bar{D}}$ — количество вершин с разными типами входящих связей	$\frac{0}{58} = 0$	0
Среднее число различных типов входящих связей вершины графа	$\frac{\sum_{v \in G} N_{type(\alpha)}}{n_g}$	$N_{type(\alpha)}$ — число различных типов входящих связей вершины графа	$\frac{58}{58} = 1$	1
Среднее число различных типов исходящих связей вершины графа	$\frac{\sum_{v \in G} N_{type(\beta)}}{n_g}$	$N_{type(\beta)}$ — число различных типов исходящих связей вершины графа	$\frac{58}{58} = 1$	1
Абсолютная глубина	$\sum_j^P N_{j \in P}$	$N_{j \in P}$ — длина каждого пути j из множества путей P графа g	126	—
Средняя глубина	$\frac{1}{n_{P \subseteq g}} \sum_j^P N_{j \in P}$	$n_{P \subseteq g}$ — количество всех путей	3	—
Максимальная глубина	$N_{j \in P} \forall i (N_{j \in P} \geq N_{i \in P})$	$N_{i \in P}$ — длина каждого пути i из множества путей P графа g	3	3

Таблица (продолжение)
Результаты оценки онтологии стандарта ISO/IEC 25010

Минимальная глубина	$N_{j \in P} \forall i (N_{j \in P} \leq N_{i \in P})$	—	3	3
Медиана глубины	$\widetilde{N}_{j \in P}$	—	3	3
90%-line степени глубины графа	$P_{90}(N_{j \in P})$	—	3	3
Дисперсия глубины	$\frac{\sum_j^P (N_{j \in P} - \frac{\sum_j^P N_{j \in P}}{n_{P \subseteq g}})^2}{n_{P \subseteq g} - 1}$	—	0	0
Дисперсия вершины по отношению к средней глубине	$\frac{\sum_j^P (N_{j \in P} - \frac{\sum_j^P N_{j \in P}}{n_{P \subseteq g}})^2}{\frac{\sum_j^P N_{j \in P}}{n_{P \subseteq g}}}$	—	0	0
Абсолютная ширина	$\sum_j^L N_{j \in L}$	$N_{j \in L}$ — количество вершин на уровне j из множества уровней L графа g	58	58
Средняя ширина	$\frac{1}{n_{L \subseteq g}} \sum_j^L N_{j \in L}$	$n_{L \subseteq g}$ — количество всех уровней графа	$\frac{58}{4} = 14,5$	14,5
Максимальная ширина	$N_{j \in L} \forall i (N_{j \in L} \geq N_{i \in L})$	$N_{i \in L}$ — количество вершин на уровне i из множества уровней L графа g	48	—
Среднее отношение ширины соседних уровней	$\frac{1}{n_{L \subseteq g} - 1} \sum_{t=2}^{n_{L \subseteq g}} \frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}}$	$N_{t \in L}$ — количество вершин на уровне i из множества уровней L графа g	$\frac{(\frac{2}{1} + \frac{13}{2} + \frac{42}{13})}{4 - 1} = 3,91$	—
Максимальное отношение ширины соседних уровней	$N_{t \in L} \forall i (\frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}} \geq \frac{N_{i \in L}}{N_{i-1 \in L}})$	—	$\frac{13}{2} = 6,5$	—
Медиана отношения ширины соседних уровней	$\frac{\widetilde{N}_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}}$	—	3,23	3,91
90% line ширины	$P_{90}(\frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}})$	—	5,85	3,91
Дисперсия отношения ширины соседних уровней	$\frac{\sum_{t=2}^{n_{L \subseteq g}} (\frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}} - \frac{1}{n_{L \subseteq g} - 1} \sum_{t=2}^{n_{L \subseteq g}} \frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}})^2}{n_{L \subseteq g} - 1}$	—	5,4	0

Таблица (продолжение)
Результаты оценки онтологии стандарта ISO/IEC 25010

Дисперсия отношения ширины соседних уровней графа по отношению к средней отношению ширины соседних уровней	$\frac{\sum_{t=2}^{n_{L \subseteq g}} \left(\frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}} - \frac{1}{n_{L \subseteq g} - 1} \sum_{t=2}^{n_{L \subseteq g}} \frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}} \right)}{n_{L \subseteq g} - 1}$ $\frac{1}{n_{L \subseteq g} - 1} \sum_{t=2}^{n_{L \subseteq g}} \frac{N_{t \in L}}{N_{t-1 \in L}}$	—	1,38	0
Количество вершин с множественным наследованием по отношению ко множеству всех вершин графа	$\frac{N_{v \in MI}}{n_g}$	<i>MI</i> — множество всех вершин графа, с более, чем одной входящей дугой, <i>N_{v ∈ MI}</i> — количество вершин графа, с более, чем одной входящей дугой	$\frac{0}{58} = 0$	0
Среднее количество родительских вершин у вершины графа	$\frac{1}{n_g - 1} \sum_v^G N_{Sv \in G}$	<i>Sv</i> — множество всех родителей вершины <i>v</i> , <i>N_{Sv ∈ G}</i> — количество всех родительских вершин вершины <i>v</i>	$\frac{57}{57} = 1$	1
Количество вершин, у которых есть и листья и нелистовые ноды в качестве детей, по отношению ко всем кол-ву вершин, у которых есть листья среди детей	$\frac{N_{v \in SLEA \& SIB}}{N_{v \in SLEA}}$	<i>SLEA & SIB</i> — множество всех вершин, которые являются одновременно и родителями листьев графа, и родителями внутренних вершин, <i>N_{v ∈ SLEA & SIB}</i> — количество таких вершин, <i>SLEA</i> — множество вершин, у которых среди детей есть листья графа, <i>N_{v ∈ SLEA}</i> — количество таких вершин	$\frac{0}{13} = 0$	0
Минимальное количество детей-листьев у предпоследних вершин в графе	$N_{j \in SIB}^{j \in LEA} \forall i (N_{j \in SIB}^{j \in LEA} \leq N_{i \in SIB}^{i \in LEA})$	<i>N_{j ∈ SIB}^{j ∈ LEA}</i> — количество листьев набора <i>j</i> , имеющих общую родительскую вершину, <i>N_{i ∈ SIB}^{i ∈ LEA}</i> — количество листьев набора <i>i</i> , имеющих общую родительскую вершину	1	1
Дисперсия детей-листьев у предпоследних вершин в графе	$\frac{\sum_{j \in SIB \& LEA} (N_{j \in SIB}^{j \in LEA} - \frac{\sum_{j \in SIB \& LEA} N_{j \in SIB}^{j \in LEA}}{n_{SIB \& LEA}})}{n_{SIB \& LEA} - 1}$	<i>n_{SIB & LEA}</i> — количество всех наборов листьев, имеющих общего родителя	$\frac{28,3}{12} = 2,36$	0

По результатам метрик выявлено несоответствие оптимальным значениям по следующим метрикам: дисперсия вершины, медиана отношения ширины соседних уровней, 90% line ширины, дисперсия детей-листьев у предпоследних вершин в графе. Остальные метрики

входят в оптимальные значения, что говорит в пользу данной онтологии и её когнитивной эргономичности. Необходимо добавить еще одну метрику, которая позволяет судить о применимости онтологии, при оценке системы необходимо производить расчеты, но онтология не содержит формул расчета, а только общие определения, которые нужно дополнительно интерпретировать и формализовывать, чтобы прийти до конкретных значений в листовых вершинах этой онтологии.

Результаты и выводы

- 1) Создана онтология стандарта стандарта ISO/IEC 25010.
- 2) Произведена оценка онтологии стандарта ISO/IEC 25010 по метрикам [3] и по метрике применимости онтологии.

В результате можно сделать вывод, что данная онтология нуждается в доработке, дополнении листовых вершин или конкретными формулами расчета, или дальнейшим дроблением на вершины, к которым уже можно применить формулы расчета.

Список литературы

1. ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 Информационные технологии (ИТ). Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов.
3. Гаврилова Т.А. Оценка когнитивной эргономичности / Т.А. Гаврилова, В.А. Горовой, Е.С. Болотникова // Искусственный интеллект и принятие решений, № 3, 2009. С. 33-41.
4. Крюков, К.В. Меры семантической близости в онтологии / К.В. Крюков [и др.] // Проблемы управления, № 5, 2010. С. 2-14.
5. Мохов В.А. Интегрированный алгоритм когнитивной оценки и выбора оптимального варианта онтологической модели / В.А Мохов, Н.Н. Сильнягин // Инженерный вестник Дона, № 4, 2011. С. 351-356.
6. Кониченко А.В., Миргалеев А.Т. Метод формирования семантической сети для описания связей между фактами / А.В. Кониченко, А.Т. Миргалеев // Инновации в информационно-аналитических системах, № 3, 2014. С. 55-65.

Донцов Олег Григорьевич – системотехник ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», 620019, г. Екатеринбург ул.Бардина, 9а, тел. 240-42-68 bonum@bonum.info

ПРОБЛЕМАТИКА КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА СЕРДЕЧНОГО РИТМА МАЛОВЕСНЫХ И НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

Куклина В.О.¹, Елькин И. О.²

¹ФГАУ ВПО УрФУ, г. Екатеринбург РФ
²ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», г. Екатеринбург РФ

Разработка программного продукта для анализа сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей на основе записи звука сердечного ритма за 100 ударов со специального дисплея Nellcor pulse oximeter и подсчета времени между интервалами, индекса напряжения, нормотонии, симпатикотонии или ваготонии и других показателей в режиме реального времени.

Ключевые слова: моделирование, компьютерная интеллектуальная поддержка, недоношенные дети, маловесные дети, медицина, сердечный ритм

The problems of heart rate analysis in small and premature babies

Kuklina V.O.¹, Elkin I.O.²

¹Ural State University, Yekaterinburg, Russia
²State autonomous public health institution of Sverdlovsk region a multidisciplinary clinical medical center «Bonum», Yekaterinburg, Russia

Development of a software product for the analysis of heart rhythm in small and premature babies, by recording the sound of heart rhythm for 100 strokes from a special display of the Nellcor pulse oximeter and counting the time between intervals, the stress index, normotonia, sympathicotonia or vagotonia and other indicators in real time.

Keywords: modeling, computer intellectual support, premature babies, small children, medicine, heart rhythm

Введение

Существует множество способов компьютерного анализа сердечного ритма у людей разного возраста, например в России, используют такие различные электрокардиографические и реографические системы как: «Варикард», «ВНС-Ритм», «Карди», «МКА 01» и так далее [1-3]. Однако сердечный ритм у маловесных и недоношенных детей сегодня малоизучен, так как нет специальных устройств и программных средств. Существует метод [4] изучения variability сердечного ритма у

новорожденных детей на основе длительной записи кардиоинтервалов, что не подходит для оперативного вмешательства.

В данной статье поставлена и решена задача, заказанная ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», усовершенствования метода анализа сердечного ритма недоношенных и маловесных детей. Нами разработан оригинальный способ регистрации сердечного ритма: звук за 100 ударов сердца, снимаемый с пульсоксиметрического датчика монитора Nellcor pulse oximeter, записывают на компьютер и рассчитывают время между интервалами, индекс напряжения и регистрируют норматонию, симпатикотонию или ваготонию. Измеряем сердечный ритм в покое это норматония, а затем на этапах операции и оцениваем расстояние между кардиоинтервалами, позволяющее судить о вегетативной активности.

Литературно-аналитический обзор

Нами просмотрены литературные источники, документы и патенты, статьи журнала «Вестник современной клинической медицины», ссылки интернета и проведены диалоги с экспертом. Выделены некоторые электрокардиографические системы: «Варикард», «ВНС-Ритм», «ВНС-Ритм», «ВНС-Вита» и «ВНС-Спектр» «Карди», Аппаратно-программный комплекс АПК-РКГ, Электрокардиографический комплекс «МКА 01» и реографическая приставка «РПКА 2-01» с кардиографическим каналом, Комплекс суточного мониторирования ЭКГ «Кардиотехника» [1] и реовазографические: диагностический комплекс Валента и Сфера-4 [5]. В результате отобраны для дальнейшего анализа 4 аналога анализа сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей (таблица 1).

Таблица 1
Работа с аналогами

№	Наименование аналога	Источник	Пятибалльная оценка по критериям:					
			удобства	стоимости	точности	учета специфики	информативности	интегральная
1	Метод анализа	[1]	3	4	4	2	4	3,4
2	Метод анализа	[4]	3	4	4	5	5	4,2
3	Метод проверки	[3]	3	4	4	1	4	3,2
4	Метод измерения	[6]	3	4	4	3	4	3,6

Критерии оценивания определены с экспертом. В соответствии с данной таблицей старшим прототипом выбран аналог [4] с интегральным значением 4,2.

Прототипы

Пакет научных прототипов приведен в таблице 2.

Таблица 2
Пакет научных прототипов

Ранг прототипа	Название	Источник	Критика
0	Метод анализа	[4]	Этот метод менее динамичнее, чем оперативное вмешательство
1	Метод анализа	[1]	Методы работают нестабильно для детей меньше 3 килограммов
	Метод проверки	[3]	Кольцевые электроды невозможно одеть на недоношенных и маловесных детей
	Метод измерения	[6]	Большие размеры датчиков для регистрации фонокардиограммы и обязательное расположение датчиков на грудной клетке

Алгоритмизация прототипных решений [1],[4] и предлагаемых решений представлены на рис.1-7.

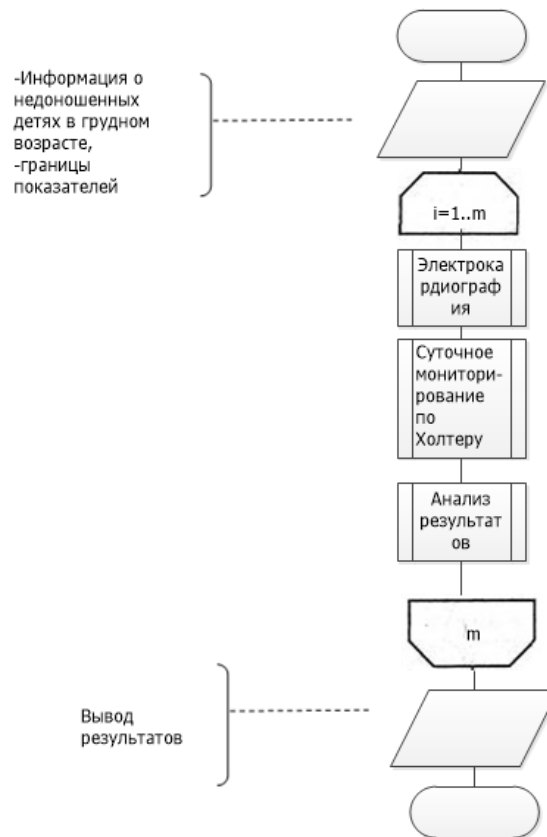
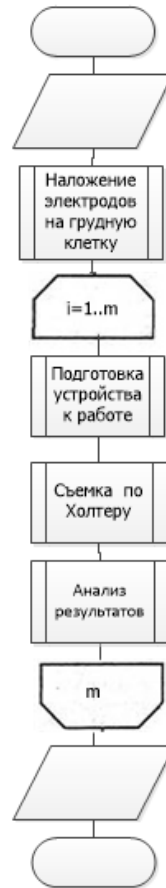


Рис.1 Алгоритм прототипного решения 0-го ранга [4]

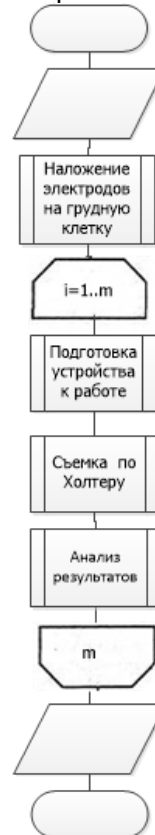
-Информация о недоношенных детях в грудном возрасте,
-границы показателей



Вывод результатов

Рис.2 Алгоритм первого прототипного решения по ЭКГ [1]

-Информация о недоношенных детях в грудном возрасте,
-границы показателей



Вывод результатов

Рис.3 Алгоритм второго прототипного решения по Холтеру [4]

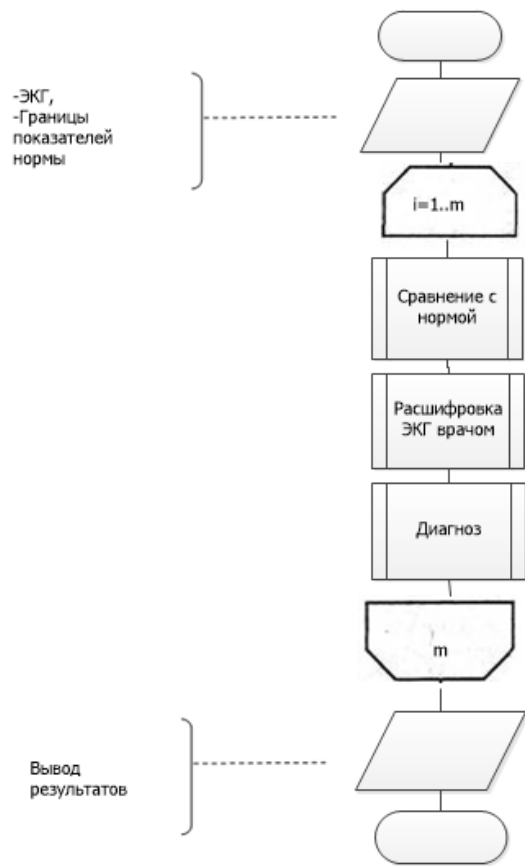


Рис.4 Алгоритм прототипного решения по анализу результата [1, 4]

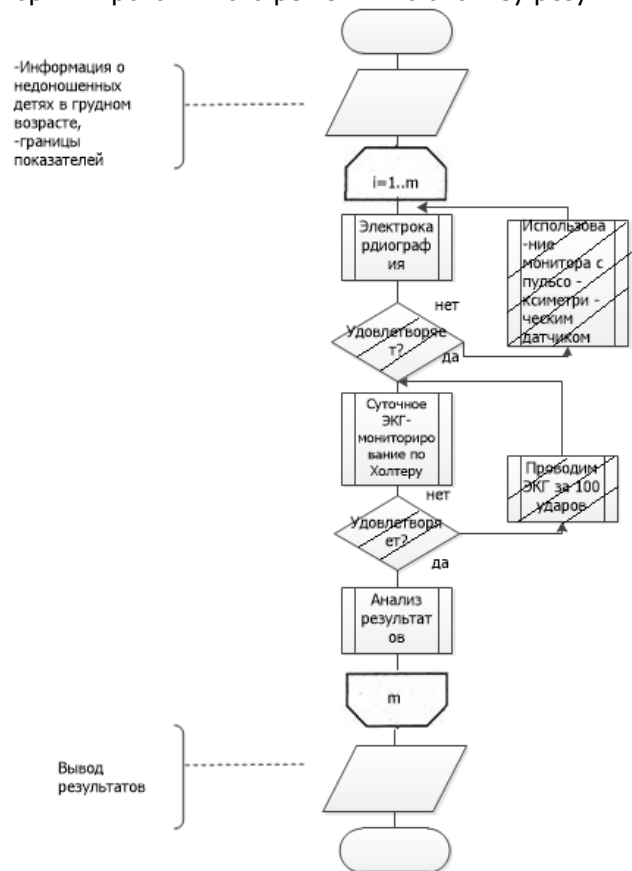


Рис.5 Алгоритм предлагаемого решения [4]

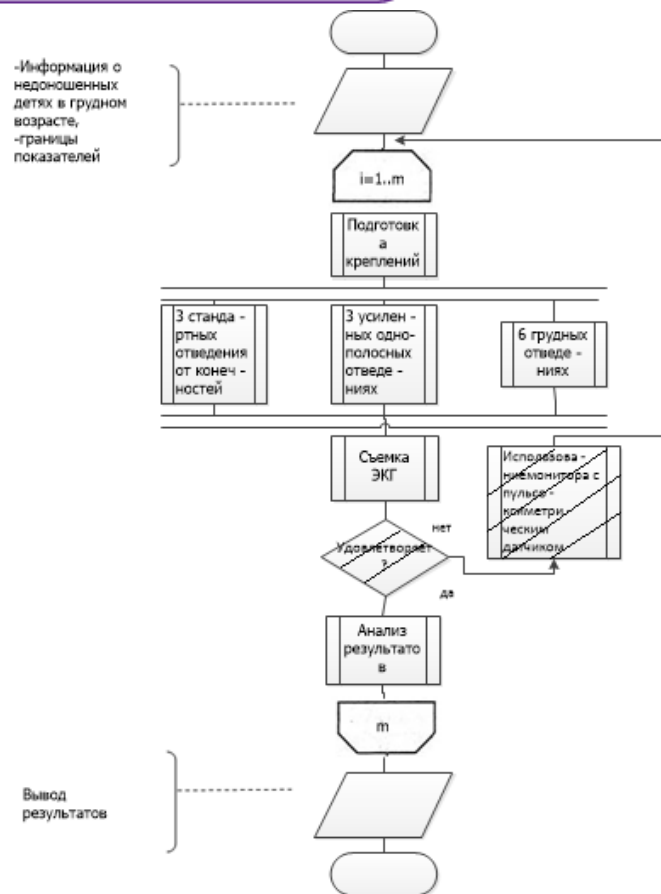


Рис.6 Алгоритм предлагаемого решения [1]

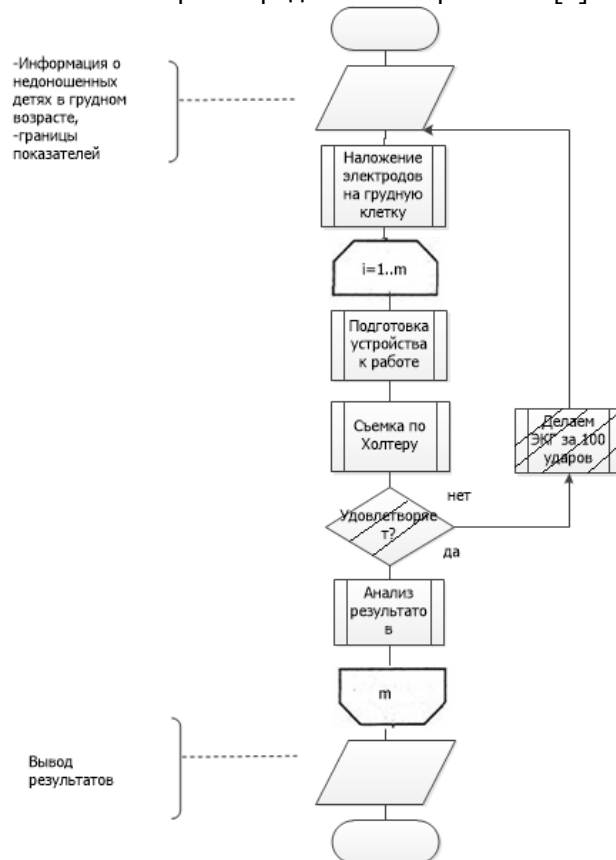


Рис.7 Алгоритм предлагаемого решения [4]

Гипотезы о парировании критики

В связи с малым весом ребенка мы должны минимизировать количество используемых датчиков, поэтому мы используем анестезиологический монитор Nellcor pulse oximeter, с пульсоксиметрическим датчиком. Кроме того все остальные датчики реовазографические, электрокардиографические могут находиться в зоне возможного оперативного вмешательства и затруднять доступ в зону операции. Основной задачей мониторинга по Холтеру является выявление эпизодов патологического сердечного ритма (экстрасистолии, фибрилляции предсердий, проходящие блокады проводящих путей сердца, эпизод ишемии), а не оценка вегетативного тонуса. Фонокардиограф позволяет исследовать пациента по системе Мааса-Вебера в том числе с регистрацией кардиоинтервалов. В нашем случае недостатком является большие размеры датчиков для регистрации фонокардиограммы и обязательным расположением датчика на грудной клетке с дополнительной фиксацией с резиновым бинтом держателем, что так же непригодно по причине сдавливания им грудной клетки. Ослабление бинта значительно ухудшит качество регистрируемых сигналов, а «нормальное» натяжение препятствует спонтанному дыханию маловесного недоношенного пациента. Применяемые в перечисленных аналогах методы предусматривают анализ не менее 500 кардиоинтервалов, что малоприспособно для оценки интетрационных событий. Модификация расчетов Баевского [1, 2] рассчитана на динамику событий на операции маловесных недоношенных детей. Модификация состоит в изменении количества кардиоинтервалов с 500 до 100 ударов с пересмотром расчетов [1, 2], что позволяет сделать метод кардиоинтервалографии более динамичным с одной стороны, и предать ему характер скрининга адекватности анестезии с другой стороны.

Результаты

1. Провели литературно-аналитический разбор аналогов и прототипов.
2. На языке блок-схем представлена алгоритмизация прототипных и предлагаемых решений.
3. Описаны гипотезы о парировании практики.
4. Предложен оригинальный способ регистрации сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей.

Выводы

1. Для регистрации кардиоинтервалов у маловесных детей наиболее приспособлено представлять вариант пульсоксиметрии, так как для этого требуется один датчик, расположенный на любой конечности пациента.

2. Предлагаемый монитор дает четкий звук сигнала, регистрируемый компьютером.

3. Таким образом, обзор проблематики по этой теме и выявление путей их решения достаточно для перехода к моделированию.

Список литературы

1. Баевский. Р.М, Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский, Иванов, Г. Г. Чирейкин, Л. В., Гаврилушкин, А. П., Довгалевский, П. // Вестник аритмологии. №24, 2001, С 65 – 87.
2. Баевский. Р.М., Иванов. Г.Г. «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения»// Ультразвуковая и функциональная диагностика № 3, 2001.С 108 – 127.
3. Бурмистров А. Проверка сосудов с помощью реовазографии (РВГ) [Электронный ресурс] / <http://prososud.ru/profilaktika/reovazografiya.html>.
4. Долгова З.Р. Особенности перинатального анамнеза и variability сердечного ритма у недоношенных детей первого года жизни, рожденных с экстремально низкой массой тела и очень низкой массой тела // Вестник современной клинической медицины том 7, выпуск 6, 2014.С 20 – 26.
5. КиберПедия. Диагностический комплекс Валента и Сфера-4 [Электронный ресурс] / <https://cyberpedia.su/12xf141.html>.
6. Бурмистров А. Что такое фонокардиография сердца [Электронный ресурс] / <http://prososud.ru/profilaktika/fonokardiografiya-serdca.html>.

Куклина Виктория Олеговна – студентка кафедры технической физики ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел +7 (343) 375-41-51, vikasacha1996@inbox.ru.

О ПОСТРОЕНИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ РОБОТОВ

Пепелев А.М., Евсегнеев О.А.

ФГАОУ ВПО «УрФУ», г. Екатеринбург, Россия

В работе проведен обзор существующих алгоритмов построения карты в неизвестном пространстве, на основе которого поставлена и решена задача выбора такого алгоритма, и выработан прототип на его основе; предложена модель алгоритма, решающего поставленную задачу, а так же позволяющего поддерживать согласованность построенной карты всеми участниками коллектива. Приведены примеры.

Ключевые слова: робот, коллектив роботов, построение карты, распределенные системы, согласованность.

On the construction of a geographical map by the distributed intellect of robots

Pepelev A.M., Evsegneev O.A.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The paper reviews the existing algorithms for constructing a map in an unknown space, on the basis of which the problem of choosing an algorithm for constructing a map in an unknown space with the use of a distributed robot team has been solved. A model of the algorithm that solves the problem is proposed, as well as allowing to maintain the consistency of the constructed map by all the team members. Examples are given.

Keywords: robot, robot team, map construction, distributed systems, consistency.

Введение

Распределенные системы призваны устранить следующие недостатки монолитных систем: отсутствие возможности горизонтального масштабирования, другими словами, отсутствие возможности увеличивать производительность системы добавлением в систему однотипных вычислительных узлов; наличие единой точки отказа – в силу репликации узлов, выход из строя одного узла – не приводит к выходу из строя всей системы.

Под монолитной системой понимается любая система, где решение задач одного типа происходит в рамках одной ЭВМ [1]. Под распределенной системой понимается любая

вычислительная система, где решение задач одного типа одновременно происходит на двух и более ЭВМ [1].

Однако распределенные системы помимо прямой задачи должны так же обеспечивать непротиворечивость (согласованность) данных. Это необходимо для обеспечений корректности результатов вычислений.

Распределенное функционирование с целью решения одной общей задачи – актуальная проблема [2]. Распределенная организации агентов (роботов) позволяет группе одноранговых агентов решать задачи, которые в одиночку агент решить не способен или решение может занять неоправданно и неприемлемо большой промежуток времени – т.е. свойство своевременности у такого решения поддержано не будет.

Применение роботов и компьютерных технологий набирает популярность. В частности, на службе различных спасательных служб уже применяются роботизированные комплексы поддержки деятельности спасателей, они собирают информацию о происходящем вокруг, агрегируют ее и дают подсказки спасателям. Также распространены роботы, предназначенные для исследования обвалов и разрушений на предмет попавших под обломки людей, для этих целей применяются специальные алгоритмы позиционирования и построения карты местности.

Таким образом, механизм построения коллективом роботов географической карты местности – актуальная задача.

Заказчик НИР - кафедра технической физики УрФУ, в лице доц. к.ф.-м.н. Евсегнеева О. А. предлагает выполнить моделирование в задачах: построения карты местности или помещения с обязательным условием отображения роботов в виде облака точек, подобного облаку точек LIDAR [3].

В данной статье поставлена и решена задача выбора алгоритма построения карты в неизвестном пространстве с использованием распределенного коллектива роботов, состоящего из большого числа участников.

Основная часть

Существуют различные алгоритмы построения географической карты, рассмотрим некоторые из них:

- SLAM [4] – метод одновременного ориентирования и построения карты, используется для построения географической карты в неизвестном пространстве или для обновления карты в заранее известном пространстве с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути [4];

- EKF-SLAM [5] – развитие метода SLAM – в нем применяется расширенный фильтр Калмана [6] и вероятностное ассоциирование данных основанное на распределении Гаусса;
- FastSLAM [7] – развитие алгоритма EKF-SLAM - В основе алгоритма лежит так фильтр частиц и применение Байесовской сети. В FastSLAM одна большая карта рассматривается как совокупность локальных подкарт, что позволяет убрать зависимость ориентиров друг от друга и таким образом значительно сократить время пересчета оценки состояния системы;
- DP-SLAM [8] – алгоритм одновременного ориентирования и построения карты, использующий отображение распределенных частиц (Distributed particle mapping). Разработан для применения в местностях, которые не имеют ярко выраженных ориентиров.

В описанных алгоритмах предлагается создавать облако частиц, которые образуют границы препятствий, часто на практике для этого используют различные дальномеры, например, LIDAR [3].

При выборе алгоритма необходимо учитывать эксплуатационные требования, предъявляемые к коллективу роботов, если необходима высокая надежность, то предпочтение следует отдать такому алгоритму, который позволит функционировать частично вышедшему их строя коллективу роботов.

Оценим описанные алгоритмы по показателям: *своевременность* (СВ) – способность коллектива роботов завершить задание в установленный срок; *затратность* (З) – величина обратная количеству ресурсов, которые необходимо предоставить коллективу для успешного выполнения поставленной задачи; *учет топографических требований* (УТТ) – оценка адекватности построенной модели реальной местности с учетом специфики поставленной задачи; *степень поддержания согласованности* (СПП) – величина характеризующая сходство моделей окружающей среды в разных роботах в один момент времени, иными словами, величина показывает на сколько схожую картину имеют различные роботы коллектива.

В таблице приведены сравниваемые алгоритмы и их оценки, нормированные в интервале [0; 1].

Таблица
Обзор аналогов

Наименование аналога	Значения по показателям:				Итог
	СВ	З	УТТ	СПС	
SLAM	0.2	0.6	0.5	0.3	0.40
EKF-SLAM	0.6	0.7	0.4	0.4	0.52
FastSLAM	0.8	0.8	0.4	0.5	0.54
DP-SLAM	0.8	0.7	0.6	0.7	0.70

Прототипом алгоритма построения географической карты выбран алгоритм DP-SLAM, поскольку он обеспечивает приемлемое время работы и должное качество при определении топографических признаков.

Критика прототипа – недостаточный уровень поддержания согласованности карты, у всех участниками коллектива. Это не позволяет использовать большие коллективы роботов для построения географической карты, т.к. при большом количестве роботов модель местности каждого робота начинает сильно расходиться с другими участниками коллектива. При малых же коллективах этот недостаток практически незаметен.

Гипотеза о преодолении критики – для парирования указанного недостатка предлагается использовать специальные алгоритмы обеспечения согласованности данных, которые не в полной мере используются в методе DP-SLAM [8].

На рисунке представлена авторская архитектурная модель приложения, позволяющего оптимизировать алгоритм построения географической карты. Модернизация заключается в добавлении блока центр обработки географических данных: теперь роботы для поддержания согласованности карты не общаются друг с другом, а все взаимодействие происходит через центр обработки географических данных, который корректирует данные о местности агрегируя информацию со всех участников коллектива.

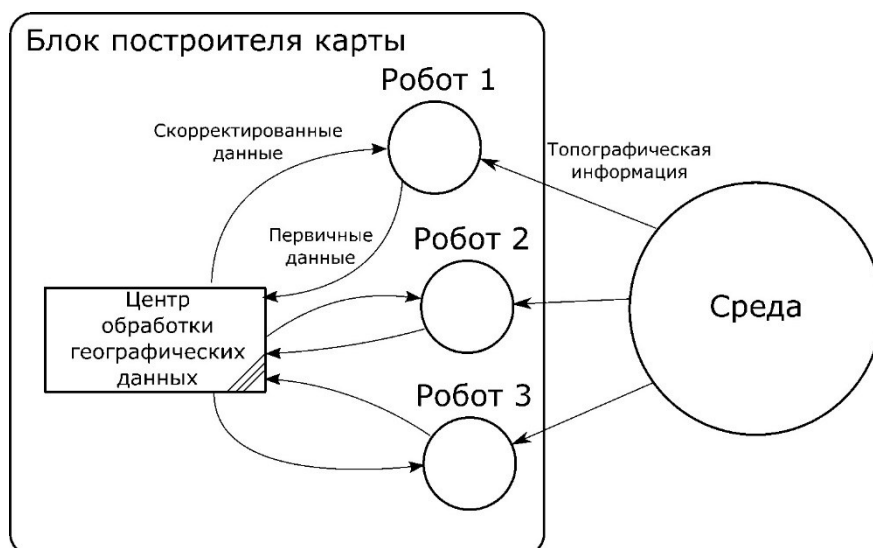


Рис. Архитектурная модель системы построения географической карты и ее развитие

Возможное применение в медицине

В том числе в медицине этот алгоритм не утрачивает актуальности, коллектив роботов способен оперативно разведать местность, найти пострадавших, дав медикам необходимую информацию о том, где находится пациент и перечень возможных травм пациента.

Так же такой алгоритм можно использовать для построения моделей внутренних органов пациентов, с целью их диагностики и лечения. Для этого необходимо поместить коллектив роботов внутрь организма, спозиционировать их и отдать команду составить карту местности, однако для такого применения необходимо обеспечить построение не плоской карты, а объемной, что бы врач мог верно поставить диагноз пациенту и назначить лечение.

Результаты и выводы

1. поставлена и решена задача выбора алгоритма построения карты в неизвестном пространстве с использованием распределенного коллектива роботов, состоящего из большого числа участников;
2. приведена авторская архитектурная модель системы построения географической карты и ее развитие, предлагаемое для устранения недостатков существующих методов в применении к коллективу роботов;
3. рассмотрены применения данной технологии в медицинских целях.

Список литературы

1. Э. Таненбаум – Распределенные системы // Э. Таненбаум, М.В. Стин Распределенные системы – принципы и парадигмы. СПб, Питер 2003, 877с.
2. S. Rao – Distributed Systems: An Algorithmic Approach // IEEE Xplore, 2008.
3. A. Habib – Lidar-based Mobile Mapping for Accurate Documentation of Work Zones along Transportation Corridors // GIM International, 2017.
4. A. Fernando – SLAM algorithm applied to robotics assistance for navigation in unknown environments // BioMed Central, 2010.
5. H. Casarrubias-Vargas – EKF-SLAM and Machine Learning Techniques for Visual Robot Navigation // IEEE Xplore 2010.
6. C. Montella – The Kalman Filter and Related Algorithms: A Literature Review // Lehigh University, 2007.
7. S. Thrun – FastSLAM: An Efficient Solution to the Simultaneous Localization and Mapping Problem with Unknown Data Association // Stanford University, 2009.
8. A. Eliazar – DP-SLAM: Fast, Robust Simultaneous Localization and Mapping Without Predetermined Landmarks // Duke University, 2011.

Пепелев Алексей Михайлович - магистрант кафедры технической физики ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел.7 (343) 375-41-51, kran440@gmail.ru

ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В МЕДИЦИНЕ. ОБЗОР МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ И ВЫБОР ПРОТОТИПА РАЗРАБАТЫВАЕМОГО КОМПЛЕКСА

Помосова А.А., Евсегнеев О.А., Маркина С.Э.

*Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н.Ельцина,
Екатеринбург*

Технология дополненной реальности (AR) – одно из самых перспективных направлений развития. Здравоохранение – наиболее важная и имеющая практическое применение отрасль для технологии дополненной реальности. В данной статье рассмотрены наиболее популярные в настоящее время варианты применения дополненной реальности (AR) в медицине. По сформированным критериям был выбран наиболее подходящий прототип для создания программного комплекса дополненной реальности. Особое внимание уделяется пульмонологии, разделу медицины, в котором AR-технологии мало распространены, но имеют большое практическое значение и интерес медицинских работников.

Ключевые слова: дополненная реальность, медицина, пульмонология, 3D-визуализация.

Augmented reality in medicine. Review of implementation methods and selection of a prototype developed complex.

Pomosova A.A., Evsegneeov O.A., Markina S.E.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Augmented reality (AR) is one of the most promising directions of development. Health is the most important and consistently applied sector for augmented reality technologies. This article describes the most popular now augmented reality (AR) used in medicine. The most suitable prototype for creating a software package of augmented reality was chosen according to the criteria. Special emphasis on pulmonology, division of medicine, where AR technology is not widespread, but it is of great importance and interest of medical workers.

Key words: Augmented reality, medicine, pulmonology, 3D-visualization.

Введение

Технологию дополненной реальности (AR) называют одной из самых перспективных сфер исследования. В настоящее время происходит переход из текстового/визуального 2D в 3D-визуальное мышление. Данный процесс происходит вследствие непрерывного

увеличения информационного потока [1]. AR-технологии помогают упростить его восприятие, позволяя взаимодействовать с нужной информацией в любой точке, делая окружающий мир информационным монитором.

На данный момент существует достаточно большой спектр областей применения дополненной реальности. В первую очередь, следует выделить следующие сферы: медицина, образование, промышленность и военное дело. В медицине создаются реалистичные тренажеры, которые позволяют врачам тренироваться и проводить хирургические операции. В области образования создаются абсолютно новые учебные интерактивные пособия, виртуальные стенды, при помощи которых появляется возможность визуализировать любое понятие, а также просмотреть и исследовать его [2]. На протяжении многих лет дополненная реальность присутствует в промышленности. Применяется во многих процессах – от создания изделия и контроля производства до внедрения и визуализации данных [3]. В военной сфере AR-технологии также пользуются большой популярностью. На данный момент во многих странах имеются проекты тренировок и повышения боеспособности войск путем интегрирования виртуальных объектов в качестве целей атаки или спасения [4].

В данной работе будет рассмотрено применение дополненной реальности в области пульмонологии. Данная тема особо актуальна, т.к. трудности дифференциальной диагностики легочных заболеваний общеизвестны. Задача данной работы – разработка программного комплекса дополненной реальности с использованием технологии безмаркерного позиционирования 3D моделей. На основе ранее полученных снимков КТ и МРТ строится 3D-модель бронхиального дерева и злокачественного новообразования. Хирург получает возможность наглядно увидеть и понять их расположение внутри человека, а также относительно друг друга. До начала проведения операции появиться возможность найти и проложить кратчайший путь до опухоли. Благодаря использованию технологии AR во время проведения операции 3D-модель, созданный маршрут и необходимые данные о состоянии пациента можно будет увидеть прямо перед собой во время операции, спроецировав на тело пациента. Созданная система позволит облегчить проведение операции, сократить количество ошибок и уменьшить длительность операции.

Работа с аналогами

1. PalpSim – обучающая сенсорная AR-программа для пальпации бедренной артерии и введения иглы. Используется сложная система сенсорной обратной связи на базе гидравлического механизма. Специалист смотрит через экран, видит виртуальное изображение, но работает с настоящей иглой и другими инструментами. Он ощущает пульс

«пациента». Когда иголка проникает в «артерию», из неё выходит «кровь». Сложная система моторов и штативов не видна медицинскому работнику, т.к. скрыта с помощью цветовой рипроекции [5].

2. 3d4medical – приложение по анатомии, выпущенное специально для iPad. Содержит большое количество качественных иллюстраций и анимаций, 3D модель которых приложение строит прямо перед нами, используя технологию дополненной реальности. Данное приложение позволяет максимально подробно и наглядно изучить строение человеческого организма, познакомиться с тонкостями работы внутренних органов. Видеонабор приложения содержит следующие темы: Ортопедия, Работа ЦНС, Сердечно-сосудистая система и её критические состояния, Стоматология, Здоровье и фитнес (примеры упражнений). В приложение также есть возможность пройти викторину и проверить свои знания. 3d4medical будет полезно, как студентам медицинских учреждений, так и практикующим врачам [6].

3. Mitk Pille – мобильное медицинское приложение для iPad. Создано специально для хирургов и позволяет непосредственно во время операций «заглянуть» вовнутрь пациента, увидеть внутренние органы. Приложение накладывает виртуальный образ внутренних органов на реальный образ пациента, используя камеру iPad 2. Инструментарий взаимодействия медицинских изображений (MITK) представляет собой программную систему с открытым исходным кодом для разработки интерактивного программного обеспечения для обработки медицинских изображений. MITK объединяет Insight Toolkit (ITK) и инструментарий визуализации (VTK) с инфраструктурой приложения [7].

4. LearnAR – это интерактивный образовательный инструмент с использованием дополненной реальности для студентов-медиков. С помощью веб-камеры студент может «рассматривать» свои собственные внутренности. LearnAR позволяет изучить опорно-двигательный аппарат и внутренние органы. В программу загружены десять учебных планов, студентам предоставляется возможность выбора наиболее подходящего для их учебной программы [5].

5. Mirracle – мобильное приложение, «волшебное зеркало», на основе технологии дополненной реальности для визуализации медицинских данных с использованием Kinect от Microsoft. Датчик определяет положение пользователя перед экраном и смещает картинку сообразно его собственным движениям. При этом он может наблюдать «окно» в свой собственный организм, изучить его строение и принципы работы внутренних органов [5].

6. Программное обеспечение iDent eye-CAD Connect software и смарт-очки Epson Moverio BT-200 позволяют одновременно выполнить цифровое сканирование челюсти и следить за ее изображением на экране линз. С помощью данного устройства стоматолог может видеть трехмерные цифровые модели зубов на прозрачном экране линз, на которые выводится изображение из встроенных в очки микропроекторов. Возможность видеть точное изображение сканируемого участка зубной дуги – это ключевой фактор получения качественного снимка. Воспользовавшись смарт-очками Epson Moverio, врач получит точное и четкое изображение высокого качества за небольшой промежуток времени, что в свою очередь сокращает время приема пациента. Также при использовании смарт-очков уменьшается риск случайного повреждения зубов и десен сканером. Также в устройство встроены датчики движения таким образом, что при движении головой изображение на линзе будет перемещаться в соответствующую сторону, врачу не потребуется двигать картинку в ручном режиме и его руки останутся свободны [8].

7. Curiscope – мобильное приложение, взаимодействующее с Virtuali-Tee, футболкой-учебником биологии дополненной реальности. Благодаря технологии закодированного узора, напечатанного на ткани, можно смотреть на такую футболку с помощью смартфона и видеть внутренние органы человека. Дополненная реальность позволяет увидеть бьющееся сердце, легкие во время работы и т.д. Также можно крутить смартфон вокруг человека и изучать внутреннее строение по всплывающим подсказкам. Virtuali-Tee можно использовать в роли наглядного и интерактивного учебника анатомии и физиологии [9].

8. ViaOpta приложение-симулятор для Android телефонов и планшетов, использующее камеру мобильного устройства. С помощью данного приложения медицинские работники могут визуализировать различные симптомы и проявления офтальмологических заболеваний. Цель создания приложения заключается в грамотной диагностике заболевания и, как следствие, подборе эффективных и правильных методов лечения [10].

9. EyeSim – симулятор плохого зрения. Офтальмология – серьезный раздел медицины, изучить который по учебным пособиям непросто. Современное образование позволяет получить полноценный опыт взаимодействия с человеческим глазом с помощью виртуальной реальности. Симулятор EyeSim разработан в качестве тренажера по анатомии глаза. Воссозданная модель полностью соответствует человеческому глазу, воспроизведены даже сложные зрительные пути, позволяя дать представление студентам о том, что происходит во время зрительного контакта. Симулятор позволяет имитировать

различные дисфункции зрения, проводить диагностику и выявлять причины расстройств зрения. Студенты получают уникальный диагностический опыт без вскрытия [11].

10. «Автоплан» – система автоматизированного планирования, управления и контроля результатов хирургического лечения. Представляет собой многофункциональный комплекс, позволяющий на основе предоперационных исследований МРТ и КТ планировать проведение хирургических операций с помощью построения индивидуальной 3D-модели внутренних органов и тканей пациента. Визуализируются как патологические образования, так и здоровые органы. Система универсальна и работает не только на всех популярных платформах (Windows, OS X, Linux), но и с данными томографов любого производителя. Работая с 3D-моделью, хирург намечает план действий. Высокая точность модели даёт возможность использовать её в навигации с дополненной реальностью. Наложение модели происходит с погрешностью не более 5 миллиметров. «Автоплан» позволяет детализировать структуры органа и, в свою очередь, более детально планировать направление диссекции (разрезов). Сегодня Автоплан проходит клиническую апробацию. Система использовалась при планировании и проведении более пятисот операций: резекции печени, поджелудочной железы, почек, хирургического вмешательства при политравме грудной клетки, при удалении новообразований челюстно-лицевой области, костей, органов таза, при секвестрэктомии костей, остеомиелите, паратиреоидэктомии [12].

Формирование набора критериев

Медицинская система, использующая технологию дополненной реальности, должна обладать следующим набором ключевых параметров:

- Поддержка распознавания 2D и 3D форматов:
 - 0 – не поддерживает,
 - 1 – поддерживает;
- Использование в качестве образовательного стенда (ОС):
 - 0 – нет возможности использования,
 - 1 – есть возможность использования;
- Практическое применение в медицинских учреждениях (МУ):
 - 0 – не применяется,
 - 1 – применяется;
- Возможность применения индивидуально для каждого человека (ИП):
 - 0 – нет возможности применения,
 - 1 – есть возможность применения;
- Наличие дополнительного оборудования (ДО):

0 – использование специальных медицинских установок,

0,5 – применение на планшете или смартфоне,

1 – возможность применения видеоочков дополненной реальности;

- Исследуемая область организма человека (ИО):

0 – различные органы, не связанные с дыхательной системой,

0,5 – различные органы, в том числе дыхательная система,

1 – только дыхательная система.

Введем веса критериев пропорционально их важности (табл.1):

Таблица 1
Веса критериев

2D	3D	OC	МУ	ИП	ДО	ИО
0,05	0,19	0,14	0,19	0,23	0,1	0,1

Для выбора прототипа разрабатываемой системы необходимо оценить каждый из аналогов в соответствии с обозначенными критериями. Оценка всех аналогов и коэффициентов значимости каждого из критериев представлены в таблице 2.

Таблица 2
Сравнение аналогов

№	Название аналога	Оценки по критериям							Σ
		2D	3D	OC	МУ	ИП	ДО	ИО	
1	PalpSim	1	1	1	0	0	0	0	0,38
2	3d4medical	1	1	1	0	0	1	0,5	0,53
3	MITK pille	1	1	0	1	1	0,5	0,5	0,76
4	LearnAR	1	1	1	0	0	0,5	0,5	0,48
5	Mirracle	1	1	1	0	0	0	0,5	0,43
6	Eyecad-connect	1	1	0	1	1	1	0	0,76
7	Curiscope	1	1	1	0	0	1	0,5	0,53
8	ViaOpta	1	0	1	1	0	1	0	0,48
9	EyeSim	1	0	1	0	0	1	0	0,29
10	«Автоплан»	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,90

В качестве прототипа был выбран многофункциональный комплекс «Автоплан». Он выполняет основные задачи, необходимые для разрабатываемой системы. Используется как в качестве образовательного стенда, так и непосредственно во время операций, работая с индивидуальными результатами обследований пациентов. Система представляет собой большой набор программных и инструментальных средств и может быть применена к различным внутренним органам пациента.

Для решения выше поставленной задачи требуется разработать аналогичное решение для смартфона или планшета. Такой подход позволит сделать систему более дешевой и мобильной. За прототип возьмем один из модулей системы «Автоплан», использующий технологию дополненной реальности. В разрабатываемой программе будем применять безмаркерное позиционирование 3D моделей. Объектом исследования будет дыхательная система человека. Особое внимание планируем уделить диссеминированным поражениям легких, которые вызывают наибольшие трудности при диагностике и оперировании пациентов.

Заключение

В настоящей работе проведен анализ аналогов и по сформированным критериям был выбран одиночный прототип: программно-аппаратный комплекс «Автоплан». В его составе используется множество аппаратных и программных средств для прецизионного позиционирования, что увеличивает стоимость системы на десятки миллионов рублей и делает невозможным ее применение неподготовленным персоналом. Разрабатываемое решение предназначается для работы со смартфоном или планшетом, что позволит приблизить систему дополненной реальности к конечному пользователю – медицинскому специалисту, улучшить качество обучения студентов-медиков и упростить проведение операций хирургам-пульмонологам.

Список литературы

1. Ситников А. AR-жизнь: применение и перспективы дополненной реальности. – URL: <https://dtf.ru/7800-ar-zhizn-primenenie-i-perspektivy-dopolnennoy-realnosti> (дата обращения 22.11.2017)
2. Калугин Д.Ю. Разработка элективного курса «Дополненная реальность» // Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» - Новосибирск: НГПУ, - 2014 - С. 5-6.
3. Примеры использования дополненной реальности. – URL: <https://augmentedreality.by/example/> (дата обращения 22.11.2017)
4. Вершинин И. SCIENCEPOP. Технические науки. Дополненная реальность или как сделать мир лучше. – URL: <https://sciencepop.ru/dopolnennaya-realnost-ili-kak-sdelat-mir-luchshe/> (дата обращения 22.11.2017)
5. Дополненная реальность в медицине. – URL: <http://arnext.ru/articles/dopolnennaya-realnost-v-medicine-4421> (дата обращения 26.11.2017)
6. Прекрасная анатомия от 3D4Medical. – URL: <http://pulseofapps.com/smotrovaya/24> (дата обращения 26.11.2017)

7. The Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK). – URL: <http://mitk.org/wiki/MITK> (дата обращения 26.11.2017)
8. Eveleth R. Will augmented reality change your job? – URL: <http://www.bbc.com/future/story/20151229-will-augmented-reality-change-your-job> (дата обращения 29.11.2017)
9. Мартыненко А. Дополненная реальность Virtuali-Тее позволит заглянуть внутрь собственного тела. – URL: <https://www.techcult.ru/technology/4684-virtuali-tee> (дата обращения 29.11.2017)
10. ViaOpta Simulator – симулятор болезней зрения – URL: <https://holographica.space/video-of-the-day/viaopta-simulator-5017> (дата обращения 29.11.2017)
11. Дайджест образовательных VR-приложений. – URL: <http://vrmania.ru/stati/dajdzhest-obrazovatelnyx-vr-prilozhenij.html> (дата обращения 30.11.2017)
12. Система планирования и контроля операций «Автоплан». – URL: <http://smuit.ru/projects/informacionnye-tehnologii-v-medicine/tehnologiya-dopolnennoj-realnosti-v-medicine/sistema-planirovaniya-i-kontrolya-operacij-avtoplan/> (дата обращения 30.11.2017)

Помосова Анна Андреевна – студентка физико-технологического института ФГАОУ ВО УрФУ, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел.7 (343) 375-41-518, anna.pom96@mail.ru.

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ МЕТОДА СИМПАТОКОРРЕКЦИИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Козлова Е.А.¹, Бирюкова Г.Л.², Гольдштейн С.Л.¹

¹ФГАО ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

²Центральная городская больница № 1 Октябрьского района г. Екатеринбург

Статья посвящена созданию алгоритмических моделей на языке блок-схем метода симпатокоррекции в офтальмологии и обработке клинических данных. Целью статьи является повышение наглядности и строгости представленных вербально процедур, а так же доказательство преимущества метода симпатокоррекции за счет компьютерных аппроксимации и корреляции.

Ключевые слова: алгоритмические модели, обработка клинических данных, аппроксимирование, корреляция.

Algorithmic and empirical models of the method of sympathorization in ophthalmology

Kozlova E.A.¹, Birukova G.L.², Goldshtein S.L.¹

¹ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia.

² City hospital № 1 of the Oktyabrsky district of Yekaterinburg

The article is devoted to the creation of algorithmic models of the method of sympathetic correction and processing of empirical data. The goal is to increase the clarity and rigor of the verbal procedures presented, as well as the processing of empirical data in order to visually establish the advantage of the sympathorization method.

Keywords: algorithmic models, processing of empirical data, approximation, correlation.

Введение

Симпатокоррекция - метод, используемый для лечения заболеваний, сопровождающихся функциональными нарушениями вегетативной нервной системы за счет чрезкожного воздействия на ганглии симпатической нервной системы. Метод блокирует симпатическое влияние на сосуды головного мозга, принимающих участие в кровоснабжении всех отделов зрительного анализатора.

Данные о пациентах были собраны в период с 2012 по 2014 год в ЦГКБ №1 г. Екатеринбург.

В статье поставлена и решена задача алгоритмизации [1] на языке блок-схем вербального описания метода симпатокоррекции [2] обработки клинических данных о зависимости остроты зрения от ряда факторов с целью установления преимуществ метода с помощью пакета анализа MS Excel [3].

Вербальная и алгоритмическая модели

Вербальная модель метода симпатокоррекции включает задание списка критериев отбора: острота зрения (*vis*), количество скотом (скотома — слепой участок в поле зрения, не связанный с его периферическими границами.), ОКТ (оптическая когерентная томография сетчатки), используемых для определения способа лечения сухой формы возрастной макулярной дегенерации (СФ ВМД) пациенту может быть предложено: 1) прием лютеинсодержащих препаратов; 2) курс консервативного лечения (инъекции); 3) лазерное лечение; 4) физиотерапевтическое лечение; 5) хирургическое лечение; 6) комбинированное лечение.

По окончании курса лечения, через какое-то время проводят контроль результатов лечения. По ранее использованным критериям оценивают динамику (стабильная, тогда можно вернуться вновь к тем же методикам лечения). При отрицательной – предлагают комбинированный метод лечения. Через какое-то время вновь проводят контроль результатов. Если динамика стабильна, то продолжают применять какой-то один метод. Если нет, то повторяют комбинированное лечение.

Алгоритмическая модель данного процесса представлена на рис. 1-3.

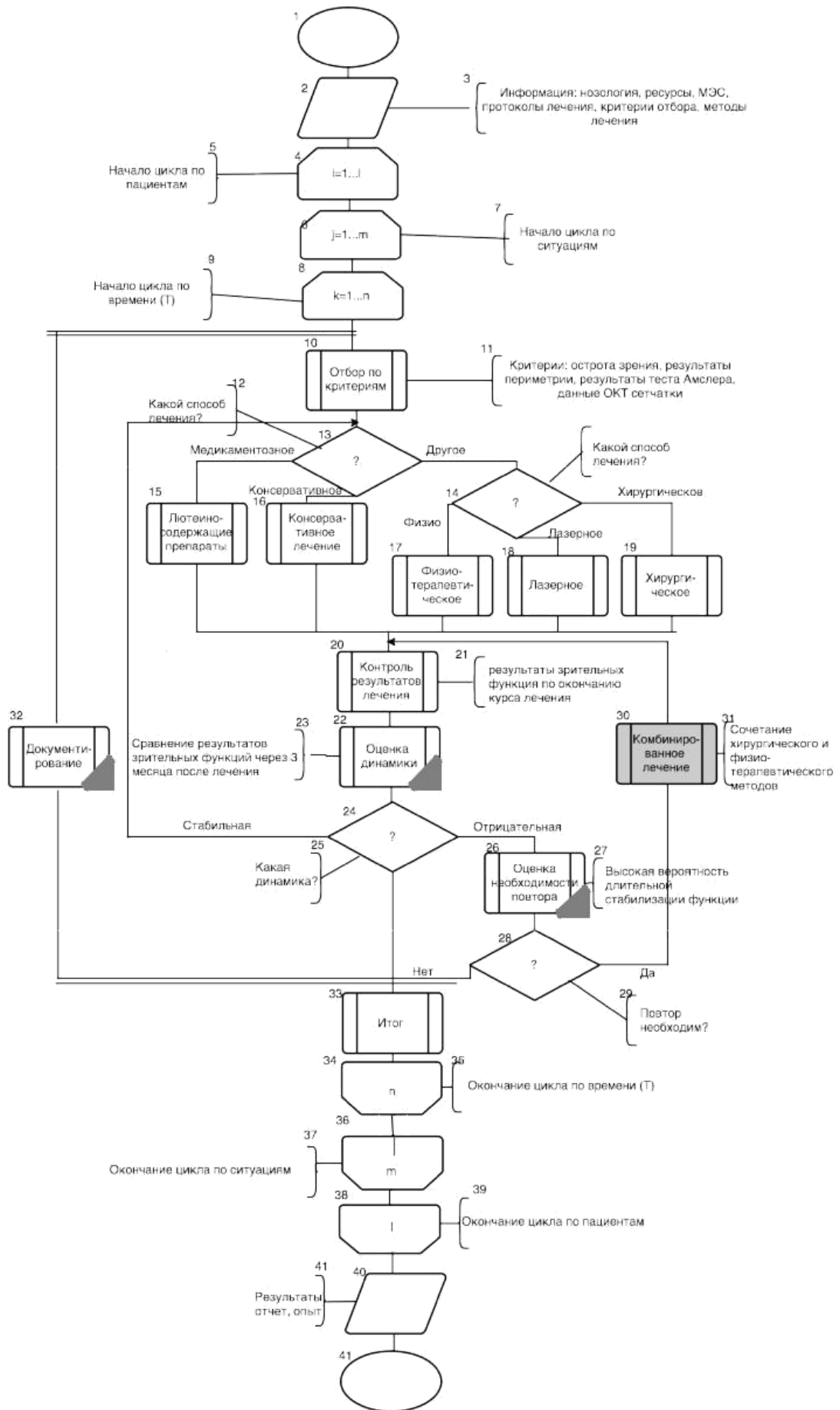


Рис. 1. Алгоритмическая модель на языке блок-схем по ГОСТ 19.701 способа лечения СФ ВМД

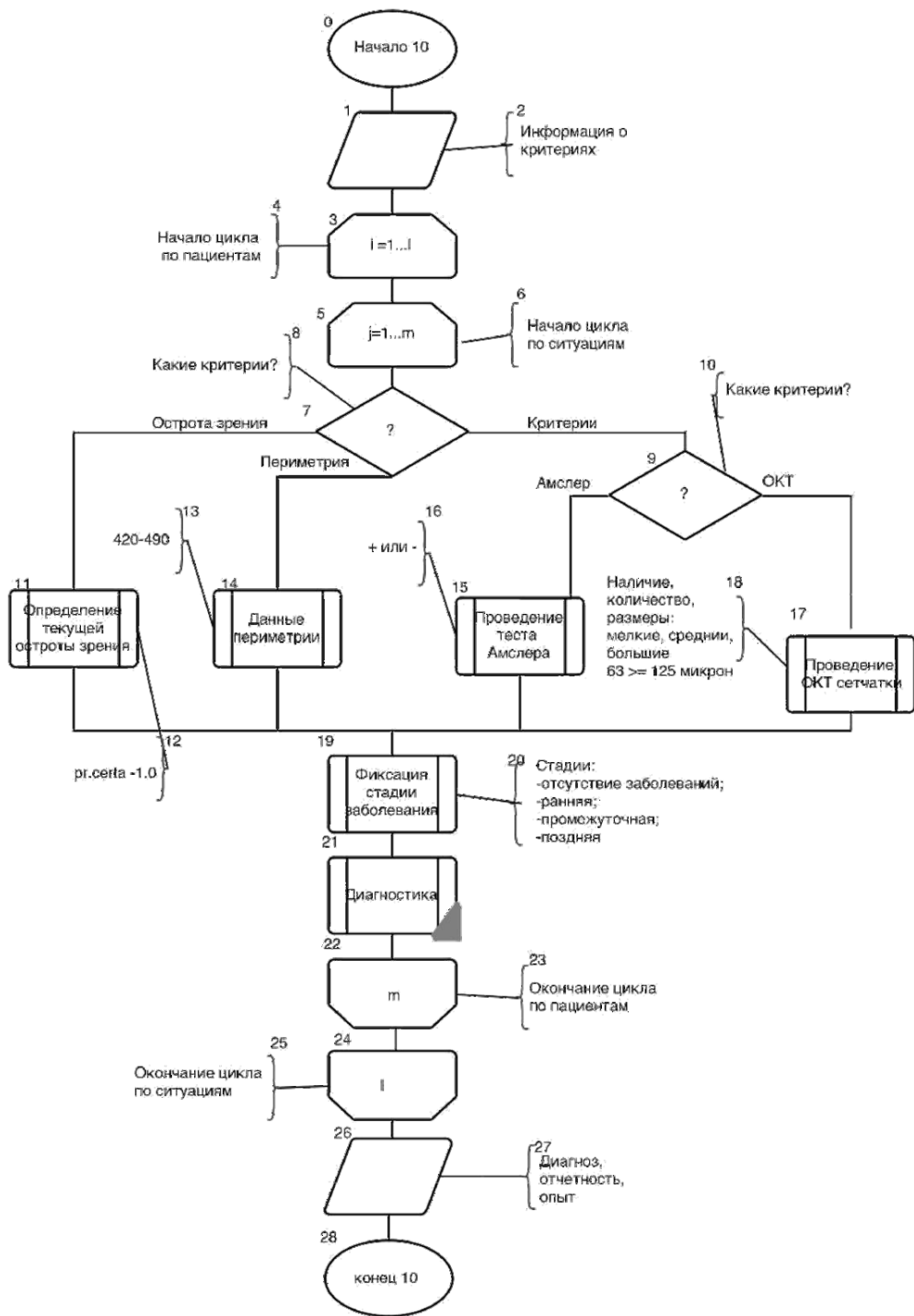


Рис. 2. Алгоритмическая модель процедуры отбора пациентов по критериям

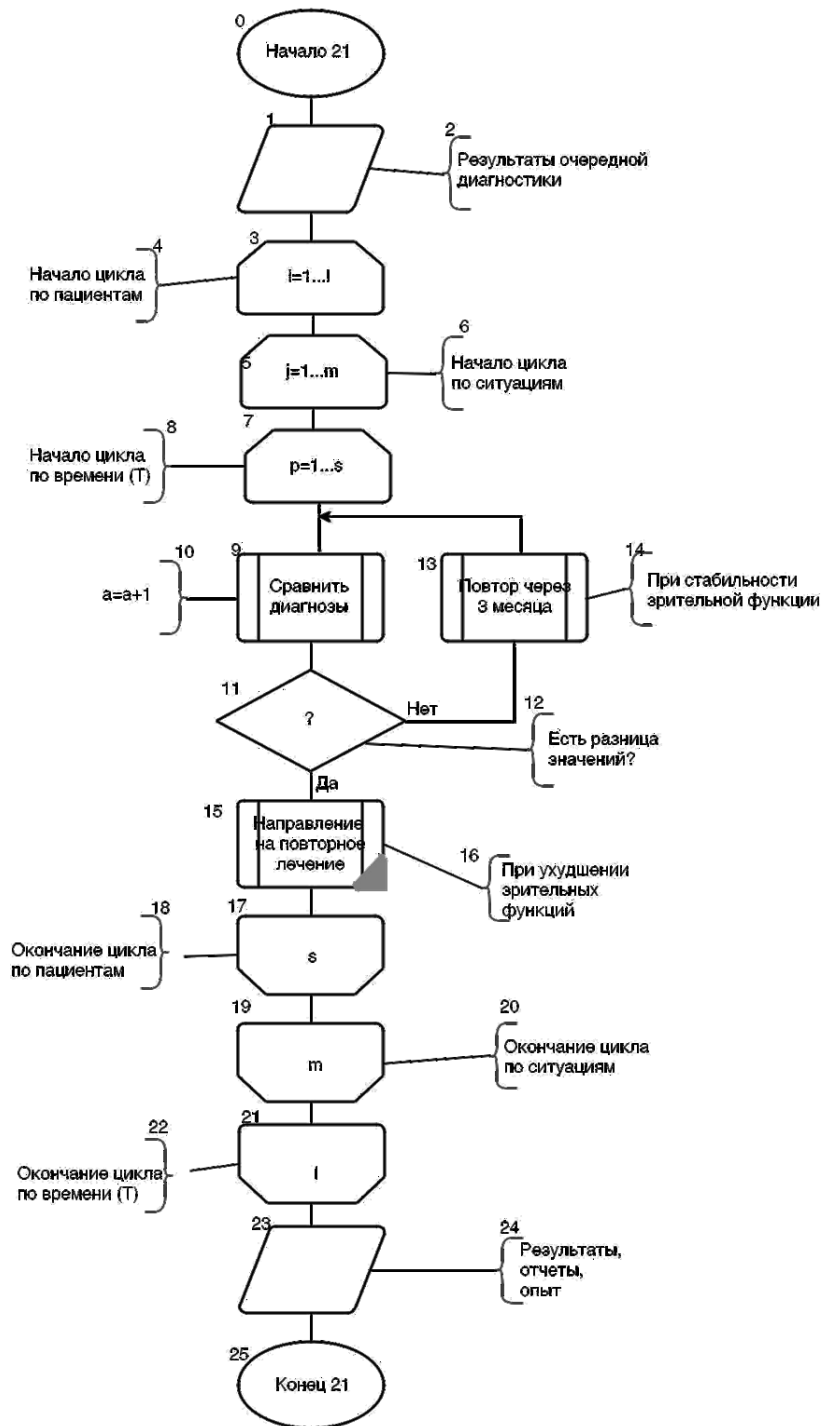


Рис. 3. Алгоритмическая модель процедуры диагностики зрительных функций

Благодаря построенным алгоритмическим моделям повысились наглядность и четкость в последовательности всех процедур.

Обработка клинических результатов

Для обработки были взяты таблицы, содержащие характеристики пациентов (острота зрения при направлении, при поступлении и при выписке, остроты зрения с оптической коррекцией и внутриглазное давление (ВГД)), подвергшихся методу симпатокоррекции и иным методам лечения. При дальнейшем исследовании мы исключили внутриглазное

давление, так как этот параметр у всех пациентов находился в норме (до 25мм ртутного столба).

Также из обработки исключили данные о единственном пациенте младше 50 лет.

Обработка клинических результатов с учетом данных на каждый глаз

Список 1 параметров по возрасту без симптокоррекции: 1 - vis выписки OS, 2 - vis направления OD, 3 - vis направления OS, 4 - vis поступления OS, 5 - vis поступления OD, 6 - vis выписки OD, 7 - с оптической коррекцией vis выписки OD, 8 - с оптической коррекцией vis поступления OS, 9 - с оптической коррекцией vis выписки OS, 10 – с оптической коррекцией vis направления OS, 11 - с оптической коррекцией vis направления OD, 12 - с оптической коррекцией vis поступления OD.

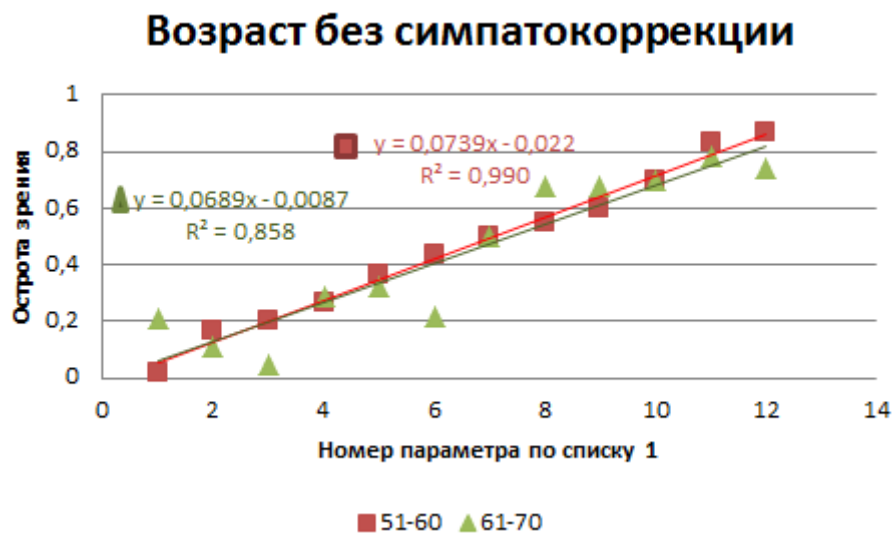


Рис. 4. Зависимость остроты зрения от факторов списка 1 для пациентов двух возрастных групп без симптокоррекции

Для всего возрастного диапазона (51-70 лет) корреляция высока (0,91), т.е. пациенты в данном возрастном диапазоне имеют практически одинаковую остроту зрения.

Возраст без симпатокоррекции

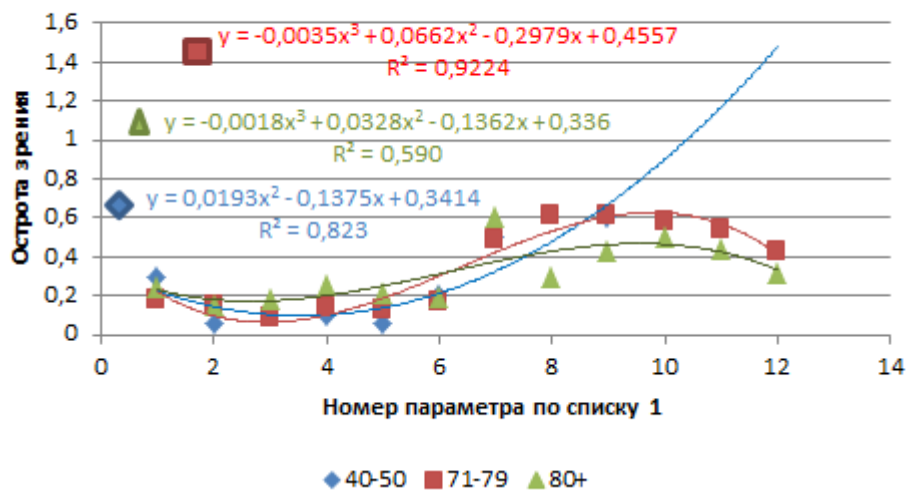


Рис. 5. Зависимость остроты зрения от параметров списка 1 для пациентов в возрасте 71 и более лет без симпатокоррекции

Для интервала от 71 года и выше корреляция составляет 0,79, что подтверждает схожие характеристики у пациентов этого возраста.

Далее обработаны данные, распределенные по полу у пациентов без симпатокоррекции. Список параметров 2 по полу без коррекции: 1 - с оптической коррекцией vis поступления OS, 2 - с оптической коррекцией vis выписки OS, 3 - vis направления OD, 4 - vis выписки OS, 5 - с оптической коррекцией vis поступления OD, 6 - vis поступления OS, 7 - с оптической коррекцией направления OD, 8 - vis выписки OD, 9 - vis направления OS, 10 - с оптической коррекцией vis выписки OD, 11 - vis поступления OD, 12 - с оптической коррекцией направления OS. Места в списке 2 по сравнению со списком 1 изменены.

Женщины без симпатокоррекции

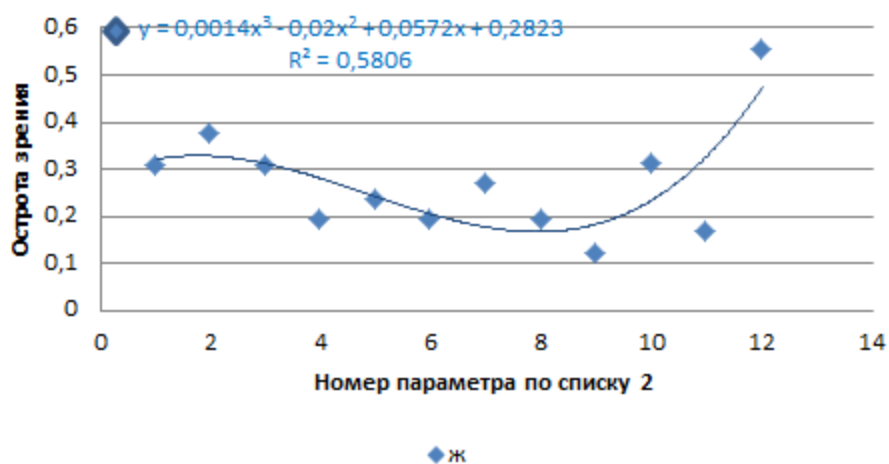


Рис. 6. Зависимость остроты зрения от параметров списка 2 для пациенток женского пола без симпатокоррекции

Мужчины без симпатокоррекции

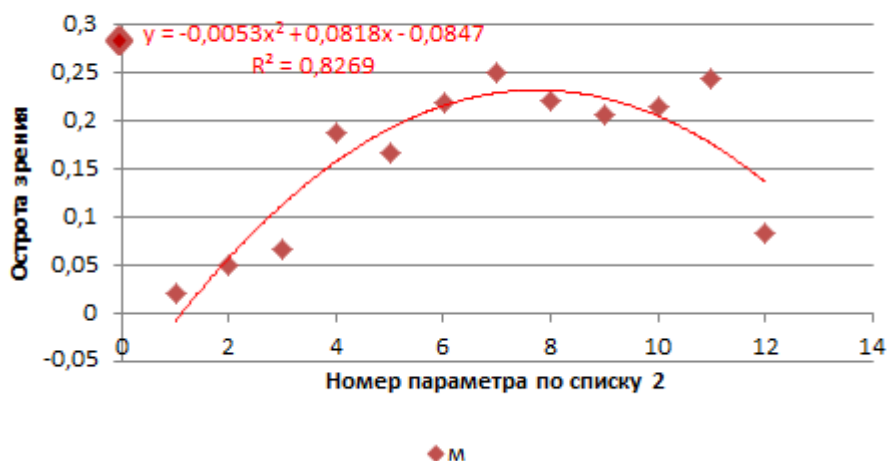


Рис. 7. Зависимость остроты зрения от параметров списка 2 для пациентов мужского пола без симпатокоррекции

Для пациентов всех возрастов корреляция между данными мужчин и женщин составляет – 0,64 – средняя обратная зависимость. Это означает, что характеристики мужчин и женщин, не подверженных симпатокоррекции, чаще всего имеют противоположный характер: т.е. значения, которые имеют хорошие показатели у женщин, у мужчин находятся в плохом состоянии, и наоборот.

Далее обработаны данные пациентов, прошедших симпатокоррекцию, распределенные в зависимости от пола. Список 3 параметров по полу с симпатокоррекцией:

1 - vis поступления OD, 2 - vis направления OD, 3 - vis поступления OS, 4 - vis выписки OD, 5 - vis направления OS, 6 - vis выписки OS, 7 - с оптической коррекцией vis направления OS, 8 - с оптической коррекцией vis направления OD, 9 - с оптической коррекцией vis поступления OD, 10 - с оптической коррекцией vis поступления OS, 11 - с оптической коррекцией vis выписки OD, 12 - с оптической коррекцией vis выписки OS.

Пол с симпатокоррекцией

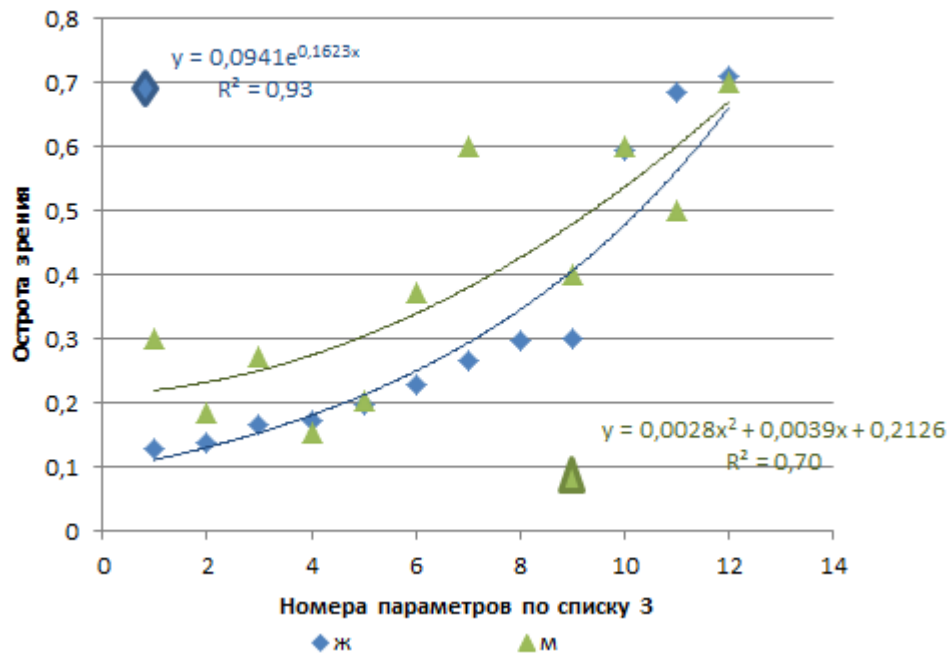


Рис. 8. Зависимость остроты зрения от параметров списка 3 для пациентов мужского и женского полов с симпатокоррекцией

Для пациентов всех возрастов мужского и женского пола, подверженных симпатокоррекции, корреляция составляет 0,81. Характеристики мужчин и женщин после симпатокоррекции становятся более схожими, чем характеристики мужчин и женщин, не подвергавшихся симпатокоррекции.

Далее обработаны данные пациентов, прошедших симпатокоррекцию, распределенные в зависимости от возраста. Список 4 параметров по возрасту с симпатокоррекцией: 1 - vis выписки OS, 2 - vis выписки OD, 3 - vis поступления OS, 4 - vis поступления OD, 5 - vis направления OS, 6 - vis направления OD, 7 - с оптической коррекцией vis направления OS, 8 - с оптической коррекцией vis направления OD, 9 - с оптической коррекцией vis поступления OS, 10 - с оптической коррекцией vis поступления OD, 11 - с оптической коррекцией vis выписки OS, 12 - с оптической коррекцией vis выписки OD.

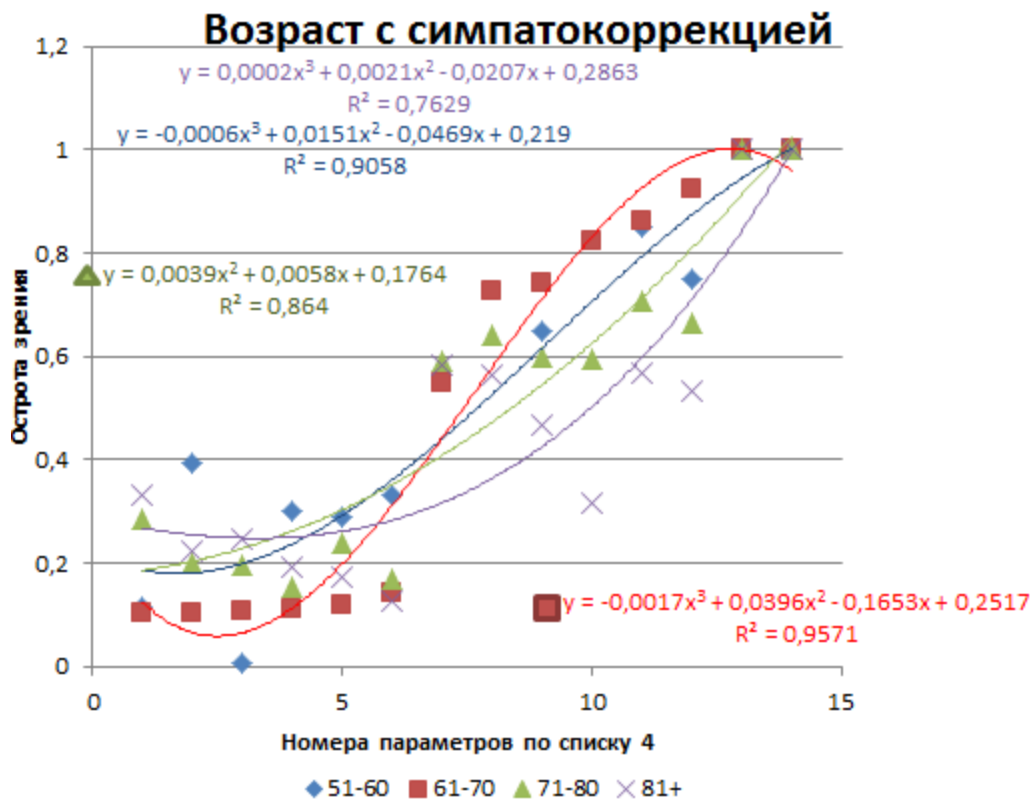


Рис. 9. Зависимость остроты зрения от параметров списка 4 для пациентов, распределенных по возрастам, с симпатокоррекцией

Корреляция по возрастам представлена в таблице 1.

Таблица 1

Корреляция по возрастам с учетом симпатокоррекции

возраст	51-60	61-70	71-80	80+
51-60	1			
61-70	0,91	1		
71-80	0,87	0,97	1	
80+	0,77	0,81	0,91	1

Видно, что наиболее зависимы показатели пациентов в возрасте 61-70 и 71-80 год, а наиболее независимы у пациентов в возрасте 51-60 и более 80 лет, что логично – наиболее близкие возраста имеют более схожие характеристики.

Обработка клинических результатов с учетом усредненных по пациенту данных

Рассмотрим характеристики, распределенные по возрасту у пациентов не подверженных симпатокоррекции. Список 5 параметров по возрасту без симпатокоррекции: 1 - vis направления, 2 - vis поступления, 3 - vis выписки, 4 - с оптической коррекцией vis поступления, 5 - с оптической коррекцией vis выписки, 6 – с оптической коррекцией vis направления.

Возраст без симпатокоррекции

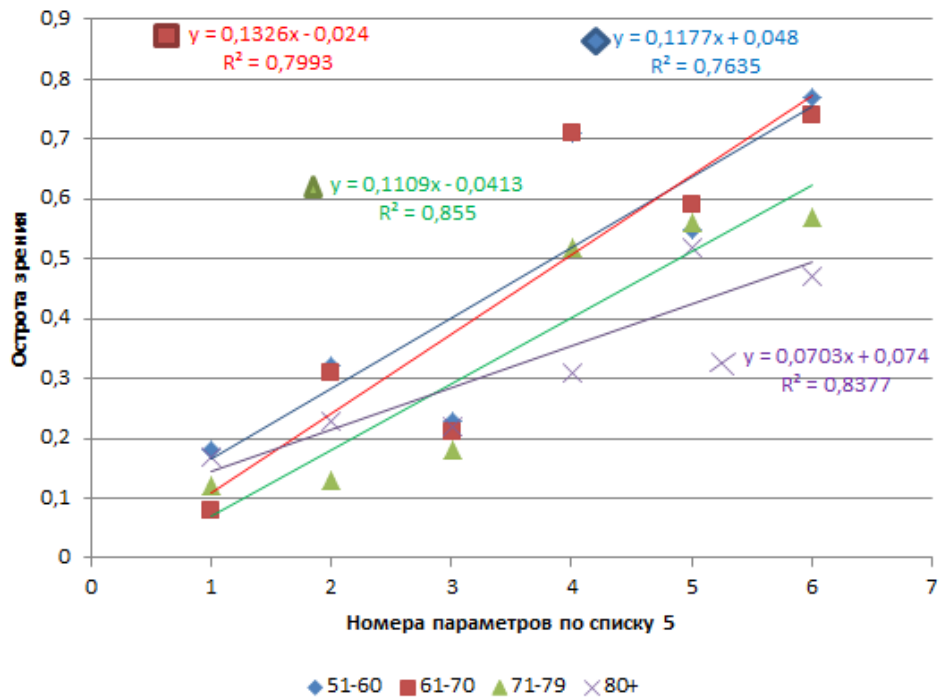


Рис. 10. Зависимость остроты зрения от параметров 1-6 для пациентов в возрасте младше 51 года без симпатокоррекции

Для предоставленных данных получили, что острота зрения при выписке (3 - vis выписки) для пациентов в возрастном диапазоне от 51 до 70 и старше 80 хуже, чем острота зрения при поступлении (2 - vis поступления). Острота зрения с оптической коррекцией при выписке (5 - с оптической коррекцией vis выписки) лучше остроты зрения с оптической коррекцией при поступлении (4 - с оптической коррекцией vis поступления) для пациентов младше 80 лет.

Корреляция по возрастам без учета симпатокоррекции представлена в табл. 2.

Таблица 2
Корреляция по возрастам без учета симпатокоррекции

	51-60	61-70	71-79	80+
51-60	1			
61-70	0,99	1		
71-79	0,93	0,94	1	
80+	0,77	0,81	0,9	1

Видно, что наиболее зависимы показатели пациентов в возрасте 51-60 и 61-70 год, а наиболее независимы характеристики пациентов в возрасте 51-60 и более 80 лет, что логично – наиболее близкие возраста имеют более схожие характеристики.

Далее обработаем данные, распределенные по полу у пациентов без симпатокоррекции. Список 6 параметров по полу без коррекции: 1 - vis поступления, 2 - vis направления, 3 -

vis выписки, 4 - с оптической коррекцией vis поступления, 5 - с оптической коррекцией vis выписки, 6 - с оптической коррекцией vis направления.

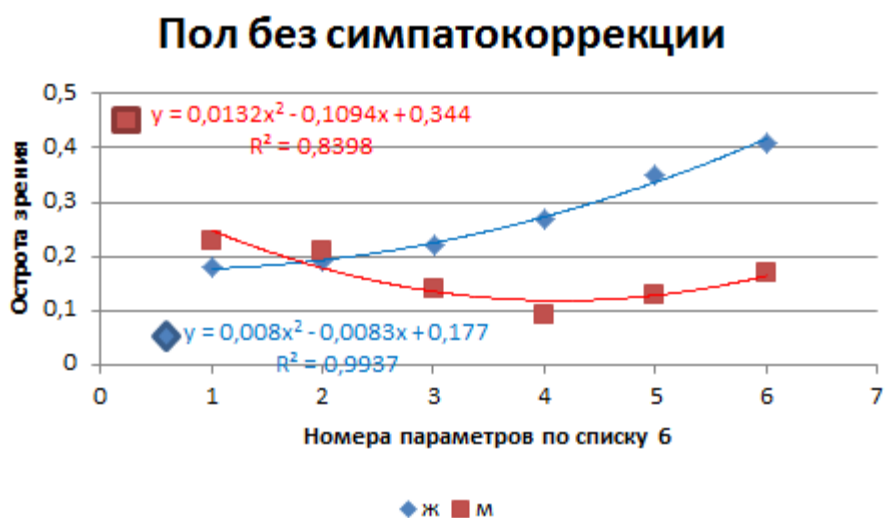


Рис. 11. Зависимость остроты зрения от параметров по списку 6 для пациентов женского и мужского пола без симпатокоррекции

Для пациентов всех возрастов корреляция между данными мужчин и женщин составляет $-0,42$ – малая обратная зависимость. Это означает, что характеристики мужчин и женщин, не подверженных симпатокоррекции, чаще всего имеют противоположные значения: те параметры, которые имеют хорошие показатели у женщин, у мужчин находятся в плохом состоянии, и наоборот. Также мы получили, что острота зрения при выписке (3 - vis выписки) для мужчин хуже, чем острота зрения при поступлении (1 - vis поступления), у женщин, наоборот, острота зрения увеличивается в процессе лечения, но незначительно. Острота зрения с оптической коррекцией при выписке (5 - с оптической коррекцией vis выписки) лучше остроты зрения с оптической коррекцией при поступлении (4 - с оптической коррекцией vis поступления) и для мужчин, и для женщин.

Далее обработаны данные пациентов, прошедших симпатокоррекцию, распределенные в зависимости от пола. Список 7 характеристик по полу с симпатокоррекцией:

1 - vis поступления, 2 - vis направления, 3 - vis выписки, 4 - с оптической коррекцией vis направления, 5 - с оптической коррекцией vis поступления, 6 - с оптической коррекцией vis выписки.

Пол с симпатокоррекцией

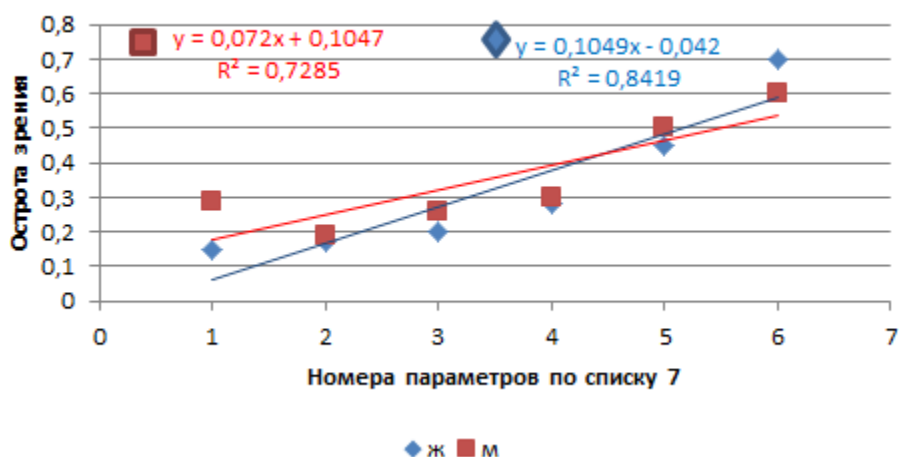


Рис. 12. Зависимость остроты зрения от параметров списка 7 для пациентов мужского и женского полов с симпатокоррекцией

Для пациентов всех возрастов мужского и женского пола, подверженных симпатокоррекции, корреляция составляет 0,96, характеристики мужчин и женщин после симпатокоррекции становятся более схожими, чем характеристики мужчин и женщин, не подвергавшихся симпатокоррекции. Для предоставленных данных получили, что острота зрения при выписке (3 - vis выписки) и для мужчин, и для женщин лучше, чем острота зрения при поступлении (1 - vis поступления). Острота зрения с оптической коррекцией при выписке (6 - с оптической коррекцией vis выписки) лучше остроты зрения с оптической коррекцией при поступлении (5 - с оптической коррекцией vis поступления) и для мужчин, и для женщин.

Данные пациентов, прошедших симпатокоррекцию, распределенные в зависимости от возраста. Поставлены по списку 8: 1 - vis поступления, 2 - vis направления, 3 - vis выписки, 4 - с оптической коррекцией vis поступления, 5 - с оптической коррекцией vis направления, 6 - с оптической коррекцией vis выписки.

Возраст с симпатокоррекцией

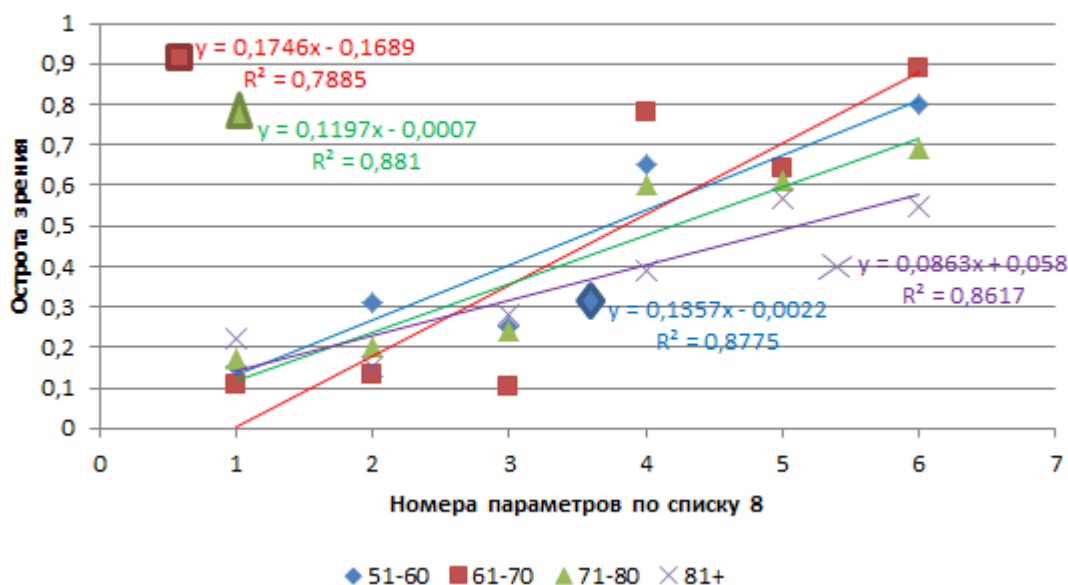


Рис. 13. Зависимость остроты зрения от параметров по списку 8 для пациентов, распределенных по возрастам, с симпатокоррекцией

Острота зрения при выписке (3 - vis выписки) для пациентов в возрастном диапазоне от 51 до 60 и старше 71 лучше, чем острота зрения при поступлении (2 - vis поступления), а для пациентов в возрасте 61-70 она остается на прежнем уровне – ухудшений у пациентов не наблюдается. Острота зрения с оптической коррекцией при выписке (6 - с оптической коррекцией vis выписки) лучше остроты зрения с оптической коррекцией при поступлении (6 - с оптической коррекцией vis поступления) для пациентов младше 80 лет, как и в случае с лечением без симпатокоррекции.

Таблица 3
Корреляция по возрастам с учетом симпатокоррекции

	51-60	61-70	71-80	80+
51-60	1			
61-70	0,977	1		
71-80	0,983	0,985	1	
80+	0,89	0,86	0,93	1

Видно, что наиболее зависимы характеристики пациентов в возрасте 61-70 и 71-80 год, а наиболее независимы характеристики пациентов в возрасте 51-60 и более 80 лет, что логично – наиболее близкие возраста имеют более схожие характеристики.

Результаты и выводы

1) Поставлены задачи алгоритмизации на языке блок-схем вербального описания метода сипатокоррекции и обработки клинических данных для установления зависимостей остроты зрения от пола, возраста и метода лечения с целью установления преимуществ метода симпатокоррекции,

2) Вербальная модель метода симпатокоррекции представлена в алгоритмическом виде.

3) Применен прием комбинирования номеров в списках параметров, что дало гладкую аппроксимацию, пригодную для корреляционной оценки.

4) Проведена компьютерная обработка экспериментальных клинических данных и дана их интерпретация.

Алгоритмизация позволила увеличить наглядность и четкость процедур. Графическая обработка с аппроксимацией и корреляцией позволила наглядно выявить закономерности между данными пациентов разных возрастных категорий и полов, также упростила установление преимущества метода симпатокоррекции.

Список литературы

1. ГОСТ 19.701 Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения[Текст]. – «Единая система программной документации»: Сб. ГОСТов – М.: Стандартиформ, 2010

2. Способ улучшения кровотока в заднем отрезке глаза путем комбинированного воздействия вращающимся полем на верхний шейный, звездчатый ганглий в сочетании с магнитотерапией органа зрения // Патент России №2016130842, 29.08.2017 / Коротких С.А., Борзунов О.И., Кублаев В.С., Бирюкова Г.Л.

3. MS Excel – руководство пользователя[электронный ресурс] . – Режим доступа: <http://excel2010.ru/>

Козлова Екатерина Алексеевна - студентка физико-технологического института ФГАОУ ВО УрФУ, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел.7 (343) 375-41-518, katti-k@list.ru

ПОИСК ПРЕДИКТОРОВ ТЕЧЕНИЯ ТУБЕРКУЛЕЗА У ДЕТЕЙ МЕТОДОМ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

Лимановская О.В.¹, Муштак О.И.¹, Тюлькова Т.Е.²

¹Уральский Федеральный Университет, Институт Фундаментального образования, кафедра интеллектуальных информационных технологий,

²Уральский Научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии-филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр фтизиопульмонологии и инфекционных заболеваний» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Проведен статистический анализ клинических данных пациентов, больных туберкулезом. Определены группы пациентов с положительной и отрицательной динамикой. Выявлена наиболее часто встречающаяся сопутствующая патология. Проведено прогнозирование динамики основного заболевания на основе данных общего анализа крови.

Ключевые слова: туберкулез, дети, статистический анализ, Байесовская вероятность, факторный анализ.

Factor analysis of clinical data of children suffering from tuberculosis

Limanovskaya O.V.¹, Mushtak O.I.¹, Tyulkova T.E.²

¹Urals Federal University, the Institute of Fundamental Education, intelligent information technology department;

²Urals research Institute of Phthiopulmonology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Ekaterinburg

Statistical analysis of clinical data of children suffering from tuberculosis was made. The groups of positive and negative dynamic were determined. The most circulated additional pathology was identified. Using complete blood prognosis of base disease dynamic was made.

Keywords: factor analysis, statistical analysis, the Bayes probability, tuberculosis, children

Введение

Во фтизиатрии для оценивания эффективности проводимой химиотерапии рекомендуют использовать микробиологические и рентгенологические характеристики [1, 2]. В детской практике из-за особенностей патогенеза бактериовыделение встречается крайне редко, а

регрессия рентгенологических симптомов «запаздывает» во времени. Кожные иммунологические тесты с аллергенами туберкулезными очищенным и рекомбинантным не способны оценить активность специфического воспаления [3]. Таким образом, требуются другие критерии, позволяющие оценить динамику специфического воспаления для принятия решения о длительности химиотерапии.

Для решения задач подобного типа в настоящее время широко применяются методы факторного анализа [4- 8]. Так, в работе [4] факторный анализ использован для исследования влияния витамина Д на физиологические процессы в организме, в частности на патологические процессы в полости рта. В работе [5] многофакторный анализ применен в оценки факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и по его результатам выбрана наиболее эффективная целевая стратегия сахароснижающей терапии. В работах [6-8] дисперсионный анализ применялся для оценки влияния ряда медико-социальных факторов на качество жизни пациентов и выявления наиболее существенных факторов среди них.

Несмотря на активное использование статистических методов анализа в клинической практике, в отечественной научной литературе в открытом доступе авторами не найдены работы по применению факторного анализа во фтизиатрической клинической практике.

Цель работы - поиск предикторов течения туберкулеза у детей с помощью факторного анализа.

Материалы и методы исследования

Материалы

В качестве исходных данных использовалась база данных, содержащая результаты лабораторных анализов и рентгенологического исследования, а также данные по сопутствующим заболеваниям пациентов в возрасте от 0 до 18 лет, больных туберкулезом и находящихся на лечении в государственном бюджетном учреждении здравоохранения Свердловской области противотуберкулезном диспансере (ГБУЗ СО ПТД, г. Екатеринбург), государственном бюджетном учреждении здравоохранения Тюменской области противотуберкулезном диспансере (ГБУЗ ТО ОПТД, г.Тюмень) с 2013 по 2016 гг., объемом 450 записей. При оценке общего анализа крови изучались количественные показатели гемоглобина, эритроцитов, тромбоцитов, скорости оседания эритроцитов (СОЭ), лейкоцитов, и лейкоцитарной формулы (палочкоядерные гранулоциты, сегментоядерные гранулоциты, эозинофилы, лимфоциты, моноциты). Динамика изучаемых показателей в общем анализе крови оценивалась после получения пациентами 60 доз специфической химиотерапии (СХТ). Учитывая, что динамика оценивалась у одного и того же индивидуума, то возрастные отличия в параметрах крови нивелировались.

Методика исследования

Количественные показатели общего анализа крови были нормированы по следующему правилу: если показатель анализа крови укладывался в границы нормы по данному показателю анализа крови, то ему присваивалось значение 1, если выходил за нормы, то присваивалось значение 0. Нормированные показатели по каждой записи складывались, и вычислялся суммарный нормированный показатель N.

$$N = \sum_{i=1}^n r_i \quad (1)$$

где r_i - нормированный показатель анализа крови, n - количество показателей анализа крови, по которым есть данные.

Для оценки динамики D вычислялось отношение сумм нормированных показателей после лечения Nd2 и до лечения Nd1:

$$D = \frac{Nd2}{Nd1} * 100 - 100 \quad (2)$$

и применялись следующие правила: если $D < 0$, то ДИНАМИКА = ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ; если $D > 0$, то ДИНАМИКА = ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ; если $D = 0$, то ДИНАМИКА = ОТСУТСТВУЕТ.

Исходные данные были классифицированы по признаку динамики и получены группы данных с положительной динамикой, отрицательной динамикой и без динамики.

Для каждой группы вычислена частота P_{pat} встречающихся сопутствующих патологий по следующей формуле:

$$P_{pat} = \frac{L_{pat}}{L} * 100, \quad (3)$$

где L_{pat} – количество всех случаев с данной патологией в группе, L – общее число записей в группе.

Далее в каждой группе вычислялась Байесовская вероятность для каждого показателя анализа крови. Целью вычислений было определить вероятность типа динамики при наличии выбранного показателя анализа крови $P(p:d)$. Для этого использовалась формула Байеса, адаптированная для данного исследования:

$$P(n:d) = \frac{P(d:n) \cdot P(n)}{P(d:n) \cdot P(n) + P(d:nen) \cdot (1 - P(n))} \quad (4)$$

где $P(d:p)$ – вероятность попадания в группу с определенным типом динамики для p -го показателя анализа крови, вычисляется по формуле:

$$P(\partial : n) = \frac{L_D}{n}, \quad (5)$$

где L_D – число записей в группе с заданной динамикой, n – общее количество записей в базе данных.

$P(n)$ – вероятность появления показателя n в общей выборке, вычисляется по формуле:

$$P(n) = \frac{L_n}{n}, \quad (6)$$

где L_n – число записей с показателем n , отклоняющимся от нормы.

$P(d:неп)$ – вероятность наличия в группе с определенным типом динамики записей, в который показатель n в норме, вычисляется по формуле:

$$P(n) = \frac{L_{неп}}{n}, \quad (7)$$

где $L_{неп}$ – число записей с показателем n , находящемся в норме.

Результаты исследования и их обсуждение

После применения классификации данных из базы данных по типам динамики в обеих базах данных получены три группы записей: положительная динамика (группа А), отрицательная динамика (группа В) и без динамики (группа С).

Для групп с отрицательной и положительной динамикой вычислена частота встречающихся патологий. Результаты показали, что в структуре сопутствующей патологии преобладают пациенты, рожденные от матерей, инфицированных ВИЧ. В группе А с положительной динамикой пациенты с патологией R-75 составили 17,6%, в группе с отрицательной динамикой – 56,3%.

Полученные результаты подтверждают факт, указанный В.А.Черешневым, что при хронических заболеваниях, к которым относится туберкулез, развивается хроническая системная воспалительная реакция. В этом случае активируются провоспалительные цитокины, способные привести к изменениям в общем анализе крови. Соответственно, на фоне СХТ должны угасать воспалительные реакции. Данный факт можно рассматривать как один из критериев, оценивающих эффективность СХТ у детей. При отрицательной динамике показателей общего анализа крови возникает риск неудачи в лечении. В связи с этим, помимо пересмотра режимов СХТ и других моментов, связанных с организацией лечебного процесса, следует оценить влияние сопутствующей патологии. При обнаружении факта влияния сопутствующей патологии на отрицательную динамику показателей на фоне СХТ возникает необходимость применения дополнительных диагностических и лечебных

мероприятий для коррекции сопутствующего заболевания. Учитывая, что в структуре сопутствующей патологии преобладали нозологии, кодируемые R-75, необходима консультация инфекциониста.

При проведении химиотерапии оценивались результаты общего анализа крови. Нами проведены расчеты вероятности развития отрицательной или положительной динамики при отклонении показателей в формуле крови. Результаты представлены в таблице.

Таблица
Байесовская вероятность прогноза динамики по показателю крови, %

Показатель	Отрицательная динамика	Положительная динамика	Отношение положительной динамики к отрицательной
RBC(эритроциты)	5,8	5,2	0,9
WBC(лейкоциты), *10 ⁹	7,2	14,1	1,9
PLT(тромбоциты), тыс	0,2	1,6	8
Эозинофиды, %	3,9	9,3	2,4
Палочкоядерные, %	3,1	4,0	1,3
Сегментоядерные, %	5,4	22,1	4,1
Лимфоциты, %	56,5	64,5	1,14
Моноциты, %	14,9	26,8	1,8
Глюкоза миллимоль\л	0,6	2,9	4,8
Общий.билирубин, нг\мл	0,9	2,4	2,7
Аспаратаминотрансфераза (АСТ)	0,3	0,6	2,0

По результатам, приведенным в таблице, видно, что предиктором положительной динамики может служить отклонение показателя сегментоядер от нормы, поскольку вероятность положительной динамики для него выше в 4 раза, чем отрицательной динамики. В меньшей степени можно считать предиктором положительной динамики отклонение от нормы показателя моноциты, поскольку вероятность положительной динамики для него выше в 1,8 раза, чем отрицательной динамики.

С медицинской точки зрения результаты прогнозирования показывают, что снижение уровня сегментоядерных лейкоцитов во время химиотерапии может предсказывать положительную динамику. Снижение уровня этих клеток может быть обусловлено, как минимум, двумя причинами. Одной из них является протективная роль нейтрофилов на начальных этапах заболевания, исчезающая в ходе лечения. Протективная роль нейтрофилов заключается в активации врожденного иммунитета. Нейтрофилы, неспособные к фагоцитозу возбудителя туберкулеза, имеют азурофильные гранулы, содержащие дефензины. Эти белки действуют на клеточную стенку микобактерий (МБТ),

результатом чего является пермеабиллизация последней, что делает уязвимым возбудителя инфекции для лекарственных препаратов. Другая функция нейтрофилов – фагоцитоз неспецифической микрофлоры. Вероятно, в процессе лечения, происходит уменьшение количества неспецифических микроорганизмов, и, как следствие снижается потребность в нейтрофилах. По нашим данные (см.таблицу) маркером положительной динамики туберкулеза, в меньшей степени, может служить увеличение моноцитов. Учитывая, что при туберкулезе МБТ длительное время находятся внутри клеток моноцитарно-макрофагального ряда, отсутствие их увеличения, возможно, является сдерживающим моментом для внутриклеточного паразитирования микобактерий. В противном случае, возбудитель туберкулеза вынужден покидать клетку, становясь уязвимым для действия противотуберкулезных препаратов. Кроме того, при отсутствии активации моноцитов не запускается в полном объеме цепь иммунологических событий. Поэтому у детей, страдающих туберкулезом, при положительной динамике должны быть существенные отклонения в количестве моноцитов.

Заключение

В работе выполнен статистический анализ клинических данных детей, страдающих туберкулезом. Определена наиболее часто встречающаяся сопутствующая патология. Данные классифицированы по типам динамики. Сделан прогностический анализ для общего анализа крови. Снижение уровня нейтрофилов и увеличение моноцитов в периферической крови могут служить предикторами положительной динамики.

Список литературы

1. О совершенствовании противотуберкулезных мероприятий в Российской Федерации [Электронный ресурс]: приказ Минздрава России от 21.03.2003 №109 (ред. от 05.06.2017). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»;
2. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению туберкулеза органов дыхания. М.,2014.56 с;
3. Мезенцева А.В. Активность туберкулезного процесса при выявлении кальцинатов во внутригрудных лимфатических узлах и легких у детей / Мезенцева А.В., Тюлькова Т.Е., Чугаев Ю.П. // Туберкулез и болезни легких. №1. 2017. С.11-17;
4. Фирсова И.В. Витамин Д и его роль в развитии стоматологических заболеваний (обзорная статья)/ И.В. Фирсова, Е.А. Мокрова, Б.В. Заводовский, Ю.А. Македонова // Современные проблемы науки и образования. №6.2014.С.10-47;

5. Крючкова О.Н. Возможности предупреждения сердечно-сосудистых событий у пациентов с сахарным диабетом, кардиоваскулярная безопасность сахароснижающих препаратов/ О.Н. Крючкова, Е.А. Ицкова, Э.Ю. Турна, Ю.А. Лутай, Е.А. Костюкова // Таврический медико-биологический вестник. №1(20).2017.С.131-140;
6. Киштович А.В. Дисперсионный анализ в исследовании качества жизни/А.В. Киштович // Вестник межнационального центра качества жизни. №17-18.2011.С.95-98;
7. Алексеева Н.П. Анализ повторных кардиологических данных на основе эргодической централизации модели/ Н.П. Алексеева, А.А. Татарина, А.В. Гурщенков, А.Э. Кутузова, Л.А. Белякова, П.В. Грачева, Б.Б. Бондаренко // Трансляционная медицина. №3.2011.С.59-63;
8. Натяганова Л.В. Использование многофакторного дискриминантного анализа для прогноза возникновения артериальной гипертензии у подростков/ Л.В. Натягова, Е.В. Осипова, В.В. Долгих, Л.Р. Колесникова // Acta Biomedica Scientifica. №2.2014.С.67-70;

Лимановская Оксана Викторовна - доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий ИнФО ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, г.Екатеринбург, ул. С.Ковалевской, 5, т.375-47-14, o.v.limanovskaia@urfu.ru

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ИМЕНОВАНИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Муштак О.И., Лимановская О.В., Краглик И.Д.

ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург.

Анализ ряда существующих систем для работы с медицинскими базами данных и распространенных методик стандартизации текстовой информации, показал, что нет готовых решений для работы с нестандартизированными медицинскими базами данных, имеющими множество сокращений. В работе предлагается алгоритм стандартизации медицинских терминов, который имеет сходство с алгоритмом хэширования, однако, является более универсальным и показывает высокую точность при работе с сокращениями, чем традиционные алгоритмы хэширования. Алгоритм опробован на содержащей множество сокращений базе данных по смертности больных туберкулезом.

Ключевые слова: обработка естественного языка, медицинская информатика, интеллектуальные системы.

Development of the module for the standardization of naming for the processing of medical data

Mushtak O.I., Limanovskaya O.V., Kraglik I.D.

Urals Federal University, the Institute of Fundamental Education, intelligent information technology department; Ekaterinburg

The analysis of number of present medicine system that works with patient databases and popular standardization methodologies of text information showed that there is not ready solution for working with non-standardization medicine databases that contain a large number of acronyms. The algorithm of medicine terms standardization is considered. It has some similarities with hash algorithm, however, it is more universal and has higher accuracy than traditional hash algorithm. This algorithm was checked by means of module which works with database of tuberculosis patient contained a large number of acronyms.

Keywords: natural language processing, medical informatics, intelligent systems.

Введение

В настоящее время благодаря внедрению информационных технологий в медицину, идет активное развитие медицинских баз данных и экспертных систем на их основе. Объем медицинских данных, хранящихся в электронном виде, стремительно растет, что вызывает

сложности в их обработке. Поэтому возникает необходимость в создании программного обеспечения для обработки больших объемов медицинских данных. В ряде работ [1-3] представлены программные средства для работы с медицинскими базами данных.

Так, в работе [1] авторы представляют систему автоматизированной обработки документов по лабораторным медицинским анализам. Система построена на анализе изображения документа, содержащего лабораторные данные. После анализа изображения данные извлекаются в xml файл и отправляются в базу знаний. Данная система работает только с различными жестко заданными вариантами одного слова из стандартизированного набора медицинских терминов, использующихся в лабораторных анализах, то есть отсутствует интеллектуальный алгоритм приведения термина к необходимой форме, что может вызвать затруднения при больших объемах баз знаний с высокой степенью вариативности написания терминов.

В работах [2, 3] парсеры разрабатывались изначально для работы с большим объемом текста и подразумевали использование корректных стандартизированных терминов во всем тексте, когда одно понятие обозначено одним термином и не имеет синонимов. Использование единых медицинских баз данных позволяет стандартизировать медицинскую информацию и исключить использование синонимов. Нужно отметить, что в работе [2] для обработки текста использовались готовые решения (например, Stanford parser), не предусматривающие поддержку русского языка, что не позволяет подходу быть в полной мере универсальным. В работе [3] рассматривается процесс классификации предложений, содержащих медицинскую информацию, на основе наличия в них отдельных выражений, относящихся к определенным семантическим классам из фиксированного набора данных.

Тем не менее, несмотря на развитие медицинских баз данных, в медицинской практике информация часто хранится либо в бумажном виде, либо в виде электронных таблиц, куда данные заносятся вручную, что неизбежно влечет за собой использование синонимов. Кроме того, в электронных таблицах, которые в российской действительности используются практикующими врачами намного чаще единых баз данных, имеются опечатки и не согласованные единым образом сокращения, что существенно затрудняет автоматизирование процессов обработки информации. Поэтому использование уже известных парсеров, применяемых для единых медицинских баз данных неприемлемо в повседневной медицинской практике.

Цель работы - разработка модуля стандартизации именованных для обработки медицинских баз данных

Материалы и методы исследования

Материалы

В качестве исходных данных была использована база данных по смертности больных туберкулезом (Тюменская и Кировская области, ХМАО, ЯНАО, Удмуртия) за 2015-2016гг. объемом 430 записей. В базе была выявлена описанная выше проблема — отсутствие стандартизованности медицинских терминов. Её использование в «сыром виде» затрудняет как непосредственно взаимодействие с самой базой данных, так и построение интеллектуальных систем на её основе.

Методика

Для поставленной задачи были опробованы такие алгоритмы как метод шинглов, где каждая строчка разбивалась на зашифрованные CRC32 участки, а затем сравнивались их контрольные суммы, однако, точность данного метода для данной задачи оказалась неудовлетворительной. Стоит заметить, что подобные способы чаще используются для поисков нечетких дубликатов текстов в целом, а не для работы с небольшими строками, что может объяснять недостаточную точность.

Так как большую часть исходных записей в базе данных составляют не стандартизированные сокращения, одной из важных задач было снизить чувствительность к длине строк в процессе сравнения. В связи с этим был разработан собственный алгоритм, схожий с классическим алгоритмом хэширования, но имеющий дополнительные коэффициенты, повышающие точность при работе с сокращениями.

На входе подается словарь образцов написания терминов и массив сырых данных в виде таблицы формата CSV, где из нужных столбцов выделяется необработанные выражения.

Каждое выражение разбивается по условным (таким как пробел или точка) знакам на массив подслов. Так, например, выражение «дис.туберк.лег.» будет разбито на массив подслов [«дис», «туберк», «лег»]. Далее следует сопоставление каждого подслова из массива необработанных выражений со каждым подсловом из каждого словарного выражения и вычисление коэффициентов схожести. Коэффициенты схожести для пар терминов рассчитываются по формуле:

$$S = \sum_{i=0}^n w_i + L, \quad (1)$$

где w — коэффициент схожести пар подслов, n — количество подслов в исходном выражении, L — коэффициент длин.

Коэффициент w вычисляется по формуле:

$$w = c * 1 + d \quad (2)$$

где c — коэффициент вхождений, d — коэффициент идентичности.

Для расчета данных коэффициентов необходимо представить каждое подслово в виде одномерного массива. При итерации по подсловам с целью сопоставления, коэффициент c увеличивается на 1.1 в случае, если элемент первого массива (в данном случае — это буква) включен во второй массив (порядок следования неважен), коэффициент d увеличивается на 1.2 в случае, если соответствующие элементы совпадают и по порядку следования.

Коэффициент L рассчитывается по формуле:

$$L = \frac{l_s}{l_b} * 40 \quad (3)$$

где из пары терминов l_s — длина термина, имеющего наименьшую длину, а l_b — длина термина, имеющего наибольшую длину.

Тот термин из словаря, который имеет максимальный коэффициент схожести с необработанным выражением, выбирается в качестве наиболее релевантного и предлагается пользователю для замены первоначального «сырого» выражения.

Отдельное правило введено для работы с аббревиатурами. Если коэффициенты схожести не достигают предельного минимального порога, выполняется проверка на схожесть первых букв. При положительном результате проверки выполняется замена на развернутый медицинский термин.

Результаты исследования и их обсуждение

Алгоритм был опробован на задаче по обработки базы данных по смертности больных туберкулезом. В качестве базы данных использовался документ формата Excel, содержащий данные по смертности больных туберкулезом легких. Фрагмент таблицы из базы приведен на рис.

КЛИНИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

ИТЛ	ИТЛ		ХОБЛ.Сахар.диабет	И
ИТЛ	ИТЛ	Кахексия.Кровохаркание.Туб.интоксикация		И
Инф.туб-з прав.лег. В фазе рубцевания	Вторичный ФКТ	Хр.панкреотит		Ф
Инф.туб-з лев.л-го	ФКТ левого легкого форме распада, состояние после оперирования правого легкого	ДН 2ст	хр.бронхит	Д
ИТЛ в/д прав.легкого в фазе обсемен.	ФКТ обоих легких	ХЛС, отек легких	Глубокая паренхиматозная дистрофия внутрен.органов.Кахексия	Л
ИТЛ	ФКТ		ХОБЛ	В н н Л
ИТЛ об.легк. С распадом слева		ДН	ХОБЛ	П Л

Рис. Пример сырых данных

В результате работы программного обеспечения в приведенном примере сырых данных была выполнена замена выражений «ИТЛ», «Инф.туб-з.лев.л-го» на заданный термин «Инфильтративный туберкулез легких».

Программный модуль разработан в двух вариантах: на языках программирования высокого уровня — Python и Kotlin, что делает программное обеспечение мультиплатформенным. Архитектура системы построена с учетом необходимости интеграции с внешней средой, исходя из чего, имеется возможность использовать модуль в качестве компонента интеллектуальных информационных систем и приложения к базам данных.

Заключение

Программный модуль, имеющий в основе данный алгоритм, позволяет привести медицинскую терминологию к общему виду, позволяя при этом задавать канонические именованя, а также контролировать процесс замены терминов, что сокращает вероятность появления недопустимых ошибок. Модуль имеет универсальный характер, применение не ограничивается отраслью медицины и может использоваться везде, где требуется повышенная точность при работе с печатками и сокращениями, если применение

классических алгоритмов обработки текста оказывается недостаточно точным, например, по причине чувствительности к длине исходных строк.

Список литературы

1. F. Adamo An automatic document processing system for medical data extraction / F. Attivissimo, A. Di Nisio, M. Spadavecchia // Measurement. №61.2015.C.88-99
2. P. Mukherjee NegAIT: A new parser for medical text simplification using morphological, sentential and double negation / G. Leroy, D. Kauchak, S. Rajanarayanan, D. Y. Romero Diaz, N. P. Yuan, T. Gail Pritchard, S. Colina // Journal of Biomedical Informatics. №69.2017.C.55-62
3. H. Xu Applying semantic-based probabilistic context-free grammar to medical language processing – A preliminary study on parsing medication sentences / S. AbdelRahman, Y. Lu, J. C. Denny, S. Doan // Journal of Biomedical Informatics. №44.2011.C.1068-1075

Муштак Оксана Игоревна – студентка бакалавриата, департамент философии, Уральский Гуманитарный Институт, ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел +7 (343) 375-41-51, mushtak.oksana@yandex.ru

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПИТАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ БОЛЬНЫХ ДЦП**Савинова М.А.¹, Амирова Д.Б.¹, Богомолова Е.В.¹, Лимановская О.В.¹, Плаксина А.Н.²**

¹ ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург.

² Государственное автономное учреждение здравоохранения Свердловской области многопрофильный клинический медицинский центр «Бонум»
ГАОУ СО МКМЦ «Бонум», г. Екатеринбург, Россия

Дети с церебральным параличом имеют особые питательные потребности. При правильном питании и должной реабилитации ребенок может иметь более высокое качество жизни, что позволит ему быть более самостоятельным. В работе предложена автоматизированная система расчета питания, позволяющая определить суточную потребность в питании детей больных церебральным параличом.

Ключевые слова: ДЦП, автоматизированная медицинская система, лечебное питание.

The automation of nutrition calculation for children with cerebral palsy**Savinova M.A.¹, Amirova D.B.¹, Bogomolova E.V.¹, Limanovskaya O.V.¹, Plaksina A.N.²**

¹Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia.

²State Autonomous Health Institution Sverdlovsk Region Multidisciplinary Clinical Medical Center "Bonum", Ekaterinburg

Children with cerebral palsy have special nutritional needs. With proper nutrition and proper rehabilitation, the child can have more high quality of life that will allow him to be more independent. The article proposed automated calculation of power, determining the daily requirement in the diet of children with cerebral palsy.

Keywords: cerebral palsy, the automated medical system, medical nutrition

Введение

У детей с церебральным параличом (ДЦП) помимо двигательных ограничений наблюдаются нарушения глотания и жевания. Определение фактического расхода энергии с учетом возраста и состояния ребенка, назначение режима, способа и метода доставки питательного субстрата позволит индивидуально оказать качественную медицинскую помощь, предупредить такие осложнения как белково-энергетическая недостаточность,

аспирационная пневмония, которые являются причиной смерти данной категории детей [1].

В настоящее время существуют программы для ЭВМ, позволяющие рассчитывать питательные потребности [2], однако, обеспечение, нацеленное строго на расчет калорий в питании детей с ДЦП в открытом доступе [3] не обнаружены. В тоже время, существуют программы, которое нацелены на медицинское сопровождение детей больных ДЦП:

- Автоматизированное рабочее место «Регистр детей с диагнозом ДЦП» [4]
- Программа для диагностики состояния различных форм ДЦП [5]
- Программа выбора тактики лечения нестабильности тазобедренного сустава у детей с ДЦП [6]
- «Рацион» [7]
- «Формирование и расчет меню диетического питания (ежедневного и предварительного)» [8]

Рассмотрим программы подробнее:

- Автоматизированное рабочее место «Регистр детей с диагнозом ДЦП»

Программа предназначена для административных целей и выполняет учет детей с диагнозом ДЦП, и не содержит модулей направленных на реабилитацию.

- Программа для диагностики состояния различных форм ДЦП

Программа определяет форму ДЦП на основе оценки двигательной активности. Программа также не предназначена для реабилитации детей с ДЦП.

- Программа выбора тактики лечения нестабильности тазобедренного сустава у детей с ДЦП

Программа реализует алгоритм выбора тактики лечения пациентов с детским церебральным параличом. Она основывается на данных анамнеза и проведенных тестов, а также на рентгенологических сведениях. Данная программа нацелена на детей с болезнью ДЦП, но расчет питание не выполняет.

- «Рацион»

Программа предназначена для автоматизации функций врача-диетолога. Она производит оценку фактического питания и расчета калорий, позволяет составлять рационы лечебного питания. Лечебные меню основываются на базовых стандартных диетах, учитывают возраст пациента, предписанный порядок приема пищи, энергетическую ценность. Однако данная программа не предназначена для расчетов калорий в питании конкретно для детей больных ДЦП.

- «Формирование и расчет меню диетического питания (ежедневного и предварительного)»

Программа предназначена для автоматизированного формирования и расчета диетического меню в медицинских учреждениях. Программа формирует все необходимые документы, связанные с меню. Но данная программа не специализирована для детей больных ДЦП.

Сравнение этих программ по ключевым словам представлено ниже:

Таблица
Сравнение программного обеспечения по заданным критериям

Название программного обеспечения	Дети	ДЦП	Питание
Автоматизированное рабочее место "Регистр детей с диагнозом ДЦП"	+	+	-
Программа для диагностики состояния различных форм ДЦП	+	+	-
Программа выбора тактики лечения нестабильности тазобедренного сустава у детей с ДЦП	+	+	-
"Рацион"	-	-	+
"Формирование и расчет меню диетического питания (ежедневного и предварительного)"	-	-	+

Как видно из таблицы, аналогов программы по расчёту питания для детей больных ДЦП не обнаружено, поэтому необходимость в создании данной программы очевидна. Она поможет исключить ошибки в расчетах и автоматизировать вычислительный процесс базовой потребности в энергии у детей.

Цель работы - разработка информационной системы для автоматизации расчетов калорий в питании у детей больных ДЦП.

Материалы и методы исследования

Материалы для исследования (графики и формулы) находятся в свободном доступе и предоставлены государственным автономным учреждением здравоохранения Свердловской области многопрофильным клиническим медицинским центром «Бонум» (ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум»).

Графики отображают уровень GMFCS пациента от его роста, веса и пола.

Формула расчета методом Крика:

$$C = (B \times F \times FA) + G, \quad (1)$$

где S - потребление количества килокалорий в сутки; B - БЭП (базальная энергетическая потребность), определяемая как ккал/день; F - фактор мышечного тонуса, который показывает напряженность мышц в расслабленном состоянии. Коэффициенты F представлены ниже; FA - фактор активности. Коэффициенты представлены ниже; G - фактор роста. Расчет коэффициента фактора роста представлен ниже.

$$B = S (m^2) \times SM \times 24, \quad (2)$$

где B - БЭП (базальная энергетическая потребность), определяемая как ккал/день; S -; SM – стандартный метаболизм, который определяется как ккал/м²/ч.

Коэффициенты фактора мышечного тонуса:

- 0,9 - снижен,
- 1,0 - норма,
- 1,1 - повышен;

Коэффициенты фактора активности:

- 1,15 - лежачий больной,
- 1,2 - пациент в инвалидном кресле,
- 1,25 - ползающий,
- 1,3 - амбулаторный больной;

Расчет коэффициента фактора роста:

- 5 ккал/г желаемой прибавки веса.

Расчет ростовым методом:

14,7 ккал/см у ребенка без моторной дисфункции,

13,9 ккал/см у амбулаторных больных с моторной дисфункции,

11,1 ккал/см у не амбулаторных больных.

Метод энергии покоя (у стабильных больных)

$$1,1 \times BM, \quad (3)$$

где BM – основной обмен пациента.

$$1,4 - 1,5 \times BMR, \quad (4)$$

где BMR – основной обмен при реабилитации.

Расчет по формуле Harris-Benedict для мальчиков:

$$66,47 + 13,75 \times W + 5,0 \times G - 6,76 \times AP, \quad (5)$$

где W – вес в килограммах; G – рост в метрах; AP – возраст пациента.

Расчет по формуле Harris-Benedict для девочек:

$$655,10 + 9,56 \times W + 1,85 \times G - 4,68 \times AP, \quad (6)$$

где W – вес в килограммах; G – рост в метрах; AP – возраст пациента.

Инструментарий информационной системы язык программирования C#, так как это основной язык медицинского центра. Для хранения информации о пациентах необходимо будет спроектировать базу данных.

Проведен анализ предметной области и выявлены задачи программного обеспечения. Программа должна решать задачи:

- записывать в БД новых пациентов;
- рассчитывать необходимое количество калорий;
- отображать степень заболевания на графике.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе поставленных задач предлагаются следующая структура программного обеспечения.

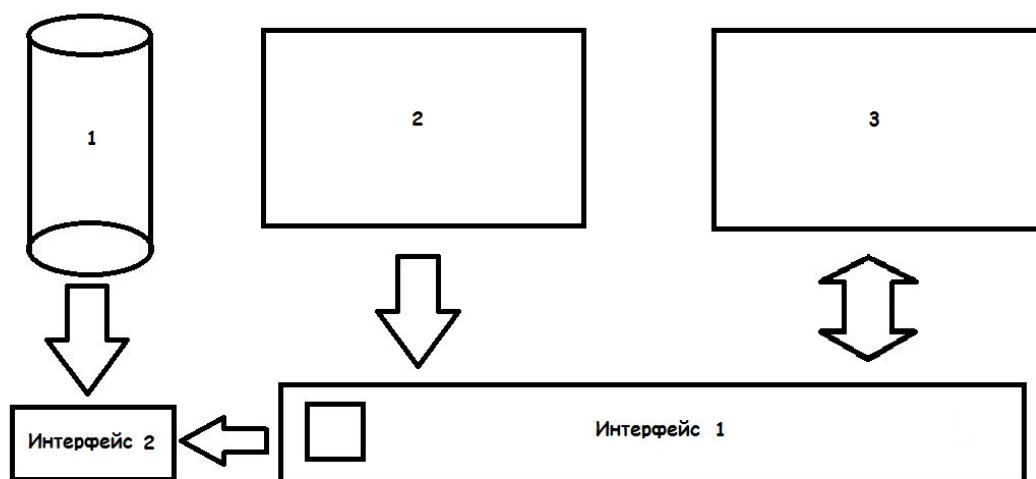


Рис. 1. Схема структура программного обеспечения

1 модуль - модуль БД решает задачу записи и сохранения пациента в базе данной больницы. Модуль базы данных относится к интерфейсу 2, который можно увидеть на рисунке 2, 3 и 4.

2 модуль - модуль расчетов по формулам. Он решает задачу расчета необходимого количества калорий в сутки. Данный модуль относится к интерфейсу 1, представленному на рисунке 4.

3 модуль - модуль визуализации расчетов. Он решает задачу отображения физического развития в зависимости от степени ограничения больших моторных функций ребенка на графике. Данный модуль также относится к интерфейсу 1, представленному на рисунке 5.

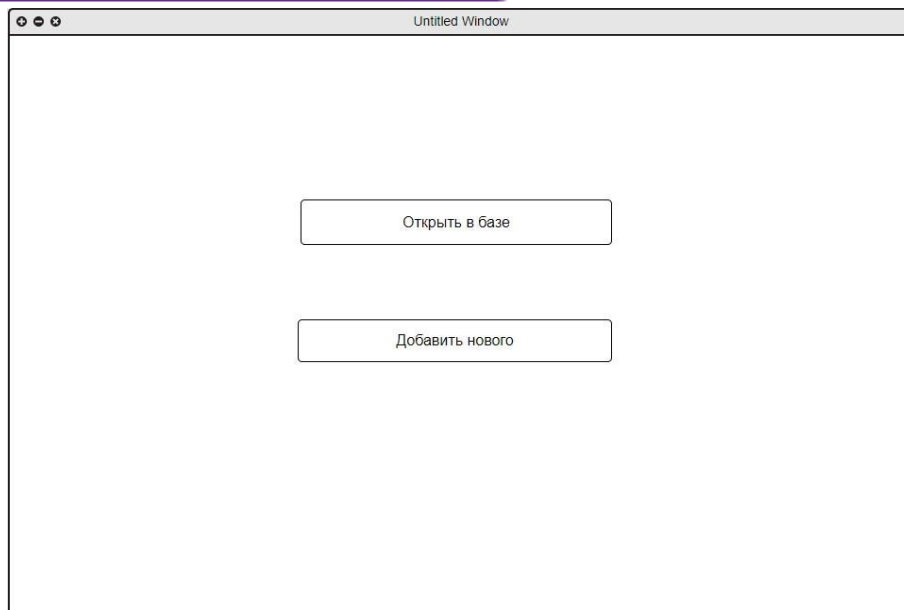


Рис. 2. Интерфейс главного меню

The image shows a window titled "Добавить нового пациента" with a white background. It contains a form with the following fields and controls:

- Фамилия:
- Имя:
- Отчество:
- Дата рождения:
- Масса:
- Рост:
- Пол: Мужской Женский
- EDACS: I II III IV V
- Состояние: подвижный лежачий
- Дата:

At the bottom center of the form is a button labeled "Добавить".

Рис. 3. Интерфейс добавления нового пациента в базу данных

Лист пациента

Пациент

Выбрать пациента

А.....

Б.....

В.....

Возраст

Введите возраст, г

(или высчитывается автоматически от сегодняшней даты)

Масса

Введите массу, кг

Рост

Введите рост, см

Дата

дд/мм/гггг

Рассчитать

Метод Крика

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla quam velit, vulputate eu pharetra nec, mattis ac neque. Duis vulputate commodo lectus, ac blandit elit tincidunt id. Sed

Ростовой метод

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla quam velit, vulputate eu pharetra nec, mattis ac neque. Duis vulputate commodo lectus, ac blandit elit tincidunt id. Sed

Harris-Benedict

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla quam velit, vulputate eu pharetra nec, mattis ac neque. Duis vulputate commodo lectus, ac blandit elit tincidunt id. Sed

Метод энергии покоя

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nulla quam velit, vulputate eu pharetra nec, mattis ac neque. Duis vulputate commodo lectus, ac blandit elit tincidunt id. Sed

Рис. 4. Интерфейс расчетов

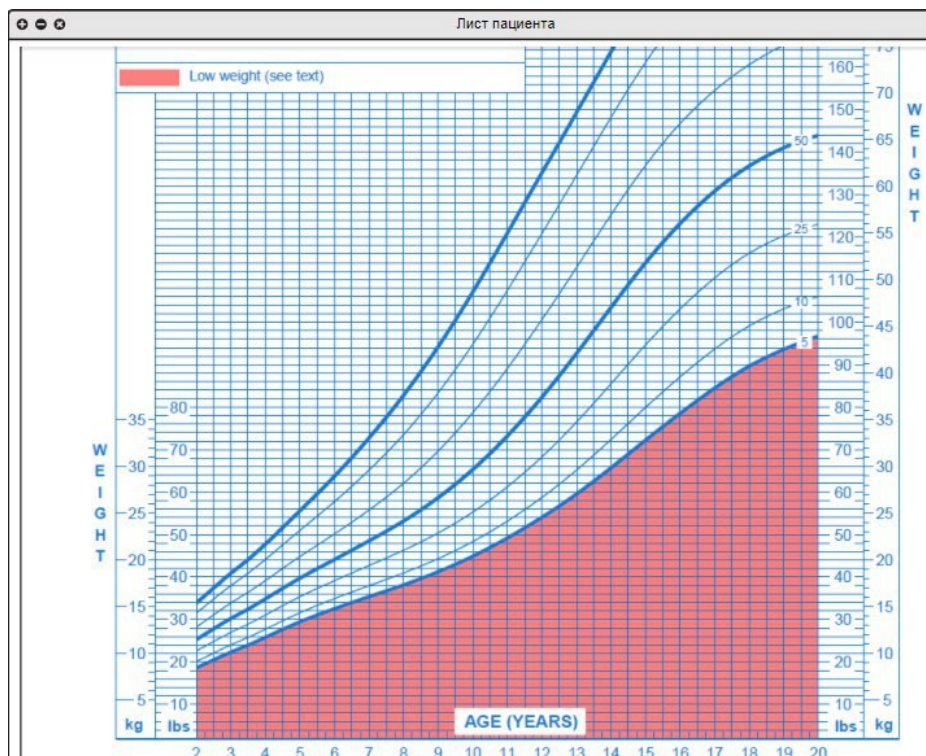


Рис. 5. Интерфейс с графиком физического развития ребенка в зависимости от степени ограничения больших моторных функций

Заключение

Проанализирована структурная область и разработана структура программы и детальный интерфейс.

Список литературы

1. Нутритивные меры как предпосылка повышения эффективности реабилитации детей с церебральным параличом. Детская и подростковая реабилитация / А.Н. Плаксина, Е.А. Дугина. – 2016. - № 1 (26). С. 21-26.

2. Питание с учетом скорректированного возраста/ А.Н. Плаксина, Ю.В. Марчук, Е.А.Дугина; Государственное учреждение здравоохранения детская клиническая больница восстановительного лечения «Научно-практический центр «Бонум». - Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2017662949 от 21.11.2017.
3. Сайт федеральной службы по интеллектуальной собственности [Электронный ресурс] \\
URL: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru
4. Государственная регистрация программы для ЭВМ [Электронный ресурс] \\
URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1511234517239
5. Государственная регистрация программы для ЭВМ [Электронный ресурс] \\
URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1511234564785
6. Государственная регистрация программы для ЭВМ [Электронный ресурс] \\
URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1511234635845
7. Государственная регистрация программы для ЭВМ [Электронный ресурс] \\
URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1511234682754
8. Государственная регистрация программы для ЭВМ [Электронный ресурс] \\
URL: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPS_Ru#1511234721831

Савинова Марина Александровна - студентка, кафедра интеллектуальных информационных технологий, ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел +7 (343) 375-41-51, msavinova7@gmail.com

ПРОЕКТНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ – НЕОБХОДИМЫЙ ЭТАП ПОДГОТОВКИ СОВРЕМЕННОГО ВРАЧА

Ткачук М.М.¹, Козманишвили Д.К.^{1,2}, Протасов А.Р.¹

¹ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, Отдел молекулярных и клеточных технологий и радиоизотопная лаборатория ЦНИЛ, г. Екатеринбург

²ГАУЗ СО Институт медицинских клеточных технологий, г. Екатеринбург

В данной статье рассматриваются преимущества проектного образования, используемые в студенческой научной организации – «Школа молодого ученого», созданной на базе УГМУ. Рассматривается место и значение такого формата обучения для подготовки современного врача, а также предлагается общая концепция для реализации проектной системы обучения. Вместе с тем, на основании имеющегося опыта приводятся данные об интеграции проектной деятельности в учебный процесс.

Ключевые слова: проектное обучение, междисциплинарный подход, формирование профессиональной компетенции, студенческая научная организация, модель современного врача, современное обучение в ВУЗах.

Project education as a necessary stage in training of the modern doctor

Tkachuk M.M.¹, Kozmanishvili D.K.^{1,2}, Protasov A.R.¹

¹Ural state medical university

²Institute of Medical Cell Technologies Ekaterinburg

In this article, the advantages of project education used in the student scientific organization - "The School of a Young Scientist", created on the basis of the USMU. The role of the project education system for the training of a modern doctor, and a general concept for its implementation is proposed. Also, based on the available experience, results are presented on the integration of project activities into the educational process.

Keywords: project education, interdisciplinary approach, formation of professional competence, student scientific organization, modern doctor's model, modern education in higher education institutions

Введение

На сегодняшний день обучение в высшем учебном заведении как медицинской, так и иной направленности, ставит перед собой цель формирования и воспитания у студента

социальных, научных и культурных качеств, знаний и навыков, способствующих созданию работоспособного в соответствующей сфере выпускника, характеризующегося такими квалификационными параметрами, как: знания, умения, общая компетентность. Иными словами, учебное заведение обязано создать определенную мотивирующую среду для своих студентов, которая ставила бы перед ними определенные цели и задачи и давала возможности для их реализации, с учетом ценностей, принятых в общемировой образовательной среде, ведущих странах. В конечном итоге, это должно способствовать формированию у выпускника медицинского ВУЗа компетенций как узко-направленного специалиста, так и врача общего профиля, способного оказать любой вид помощи; этот выпускник соответствовал бы таким критериям современности, как высокая квалификация, наличие актуальных знаний в сфере медицины, заинтересованность в научной деятельности, системное мышление, способность учитывать в работе ценности другого индивида.

Однако, поскольку обучение – процесс достаточно длительный (особенно это касается медицинских ВУЗов), мотивация к нему без постоянных стимулов, предполагающих реализацию задач по его достижению, может постепенно угасать. Такое угасание также может наступить, если цель кажется недостижимой, а путь к ней – неоправданно усложненным, что часто встречается в научной деятельности медицинских ВУЗов и обучении в них в целом. Именно поэтому, одной из основных образовательных задач высшего учебного заведения является подкрепление достижимости цели посредством воспитательных и организационных мероприятий. Проявленный неподдельный интерес студентов необходимо направлять в нужное русло, ибо в основе такого интереса лежит любознательность и открытость молодого человека, его естественное желание расширить свои знания по конкретным аспектам изучаемой сферы [1].

Для осуществления этой задачи и формирования в будущем специалисте выше перечисленных качеств, в процессе обучения студент должен быть помещен в такие условия, при которых он мог бы решать реальные профессиональные задачи, используя свои знания, а также грамотно устанавливать коммуникации в трансдисциплинарной среде. При этом у него должна появиться возможность взаимодействовать с другими студентами, имеющими схожие цели, выстраивать коммуникации между заинтересованными сторонами, преподавателями и специалистами, в том числе из других ВУЗов. Таким образом, будет реализовываться междисциплинарный подход к научной деятельности, актуализация проблемы и осуществляться интеграция в будущую профессию. Такое взаимодействие можно охарактеризовать как модель вертикально-горизонтальных связей, которая

позволяет студенту самостоятельно управлять процессами своего развития и стать «руководителем своего образования», что позволит ему развить в себе необходимые качества, в том числе соответствовать современным требованиям здравоохранения.

Результатом такого подхода должна стать адаптация будущего специалиста к профессиональной среде, формирование у него профессиональной компетенции, системного мышления, заинтересованности в научной деятельности, что имеет своим результатом востребованность в профессиональной среде. В связи с этим нам представляется значимым уделять основное внимание вопросам проявления студенческой активности как наиболее эффективной формы работы студентов, ее реализации и организации в ВУЗе, заниматься созданием мотивационной среды в научной деятельности для студентов, осуществлять междисциплинарный принцип реализации цели, обеспечивать необходимые условия для реализации обучающимися поставленных задач.

Для осуществления данных **целей** было предложено:

1. Создать на базе СНО кафедры медицинской биологии и генетики УГМУ студенческую научную организацию – «Школа молодого ученого» (далее – ШМУ), которая занимается воспитанием, мотивацией и формированием целеполагания среди студентов.
2. Выбрать форму – проектное обучение, в сочетании с игровыми методами и проблемным подходом.
3. Внутри ШМУ распределить студентов по интересующим их направлениям в проектные группы.
4. Организовать совместные семинары с заинтересованными кафедрами других ВУЗов, с участием специалистов, способных обеспечить междисциплинарный подход к научной деятельности и возможности «прямого погружения» в рассматриваемые проблемы.
5. Внедрить методологию организации ШМУ в другие ВУЗы.

Основная идея методологического подхода к проектному образованию заключается в том, что обучение проходит на активной основе, через целесообразную деятельность студента. В данном случае мы использовали методику игрового взаимодействия с учащимися, что ставило перед ними определенную, конкретную цель, оказывало на участников положительное эмоциональное воздействие, побуждало их к активности и самостоятельности, позволяло подойти к проблеме с разных сторон для ее решения. Таким образом, знания, которые студент получает при изучении фундаментальных дисциплин,

реализуются в процессе работы над тем или иным проектом. При этом происходит более детальное углубление в проблему, которая завершается практическим результатом [2].

Применение проектной системы обучения позволяет:

- формулировать цели и задачи в соответствии с актуальностью выбранной тематики, используя различные техники схематизации первого уровня (схема – процесс, схема - время, схема - структура);
- развивать умение критически оценивать свои достоинства и недостатки, намечать пути и выбирать средства самосовершенствования;
- формировать необходимые умения и навыки работы с источниками информации, с меньшими, чем при обычном обучении, временными затратами;
- выдвигать гипотезы, варианты решения проблем нестандартными способами, с использованием схем второго уровня (дерево сценариев, технологии FISHBONE, SWOT анализа); обосновывать полученные результаты; синтезировать знания и умения в процессе работы;
- представлять свои разработки на новом адаптивном уровне, благодаря системе MINDMAPS;
- увеличить уровень удовлетворенности студентов от занятий, повысить их уверенность в себе;
- стимулировать познавательную активность и творческую самостоятельность студентов;
- сплотить учащихся, улучшить коммуникации между ними, научить работать в команде, подчинять свой темперамент, характер и время интересам общего дела;
- осознать социальную значимость будущей профессии.

Такой формат занятий является своего рода связующим звеном между теорией и практикой, позволяет оценить актуальность проблемы.

В созданной на базе СНО кафедры медицинской биологии и генетики Школе молодого ученого осуществляется распределение студентов 1 курса по следующим направлениям:

- Биотехнологии и геновая инженерия;
- Диагностическая онкология;
- Клиническая онкология;
- Персонализированная медицина;
- Психологические аспекты процесса лечения;
- Реабилитология. Восстановительная и спортивная медицина;
- Репродуктивная медицина;

- Эстетическая медицина и стоматология;
- Фармакология.

В течение двух семестров студентам, в соответствии с циклом Деминга и элементами методик по системе ТРИЗ (теории решения изобретательских задач), необходимо выполнить проектное задание по изучению и практическому освоению следующих приемов:

- выбор проблемы и разработка проектного задания;
- разработка самого проекта;
- оформление результатов;
- общественная презентация;
- рефлексия (получение обратной связи), выпуск конкретного продукта.

Внутри групп студенты проводят исследование, формируют свое мнение по данному вопросу, объясняют его и предлагают собственные пути решения проблемы. Результаты их совместной деятельности оформляются в виде презентации. По окончании проекта студенты представляют проблему на суд независимой аудитории. Во время таких просмотров студентам задаются наводящие вопросы, а лучшие работы отмечаются (разработана система рейтинга команд). Презентуя свои проекты, студенты могут сравнить свои результаты с результатами однокурсников, сделать выводы, наметить пути для самосовершенствования.

Необходимо отметить следующие особенности проектного обучения на базе Школы молодого ученого:

- Координацию работы внутри команд осуществляют кураторы – студенты старших курсов. Данная технология обучения является поощряющей к сотрудничеству, причем сотрудничеству не только внутри команды студентов, но и между студентом и куратором, а значит, между студентом и преподавателем. В результате обучение становится более осмысленным - как для студентов первого курса, так и для кураторов, - что способствует усвоению новых знаний;
- Активное участие в проекте принимают смежные специалисты, врачи-практики: проводится консультирование студентов по конкретным направлениям работы; организуются «круглые столы» по актуальным проблемам практической медицины;
- Организуются совместные семинары студентов УГМУ с представителями кафедр других ВУЗов по междисциплинарным вопросам (совместная мастерская с кафедрой графического дизайна УрГАХА, посвященная вопросам применения новых технологий в

проектной, междисциплинарной деятельности в медицине; сотрудничество с департаментом психологии и педагогики гуманитарного института УРФУ);

- Большое значение уделяется рефлексии преподавателей и студентов. Такой анализ проводится постоянно в ходе регулярных встреч кураторов с группами и рубежных (модульных) презентаций результатов работы команд.

- С целью формирования критического мышления в курс включены занятия по решению ситуационных задач. Такие задачи воспринимаются студентами с большим удивлением – они еще не сталкивались с ними в жизни. Многие из них не имеют однозначных ответов, и потому ответы на них не могут быть навязаны преподавателем: каждый студент должен найти ответы самостоятельно.

Несмотря на то, что принципы ШМУ были заложены пять лет назад с создания на кафедре медицинской биологии и генетики филиала Российской школы молодого ученого, данный проект представляет собой дальнейшее развитие идеологии молодежной научной школы. На основании имеющегося опыта уже можно констатировать некоторые положительные результаты:

- Формирование у студентов навыка понимания актуальной проблематики в выбранных отраслях;
- Знакомство с основными принципами проектного управления, возможность применения такого опыта в дальнейшей профессиональной деятельности, как научной, так практической;
- Развитие информационной культуры: навык поиска информации в различных источниках, расширение общих представлений о медицине.

Мы полагаем, что интеграция проектной деятельности в учебный процесс медицинских ВУЗов необходима, этим объясняется ее включение в новую дополнительную образовательную программу майнора «Оператор клеточных технологий», по которой будет осуществляться шестилетняя подготовка специалистов в области регенеративной медицины.

Выводы

Таким образом, уже сейчас можно констатировать высокую заинтересованность студентов к проектному обучению (в первом заседании Школы молодого ученого участвовало более 130 студентов, на последующих заседаниях – уже 170-180). Многие студенты проявили самостоятельность в выборе темы проекта, в сборе материала и при выполнении этапов проектирования. Отмечается ответственность студентов при выполнении проекта к определенному сроку. Кроме того, значимой для них стала не

столько оценка за выполненную работу, сколько ее уровень в сравнении с проектами других команд.

Обучение в формате проектной деятельности имеет важнейшее значение на младших курсах медицинского университета: именно на 1-3 курсах студенты накапливают знания, умения, пока не осознавая возможности практического применения своих навыков в реальной врачебной практике. Именно поэтому работа над проектом предоставляет им возможность успешной реализации приобретаемых в стенах университета знаний.

Список литературы

1. Друцко Н.А. Кейс-технология и проектное обучение как инструмент формирования межкультурной компетенции у студентов ВУЗа // Общество: социология, психология, педагогика, 2014. №1.
2. Чижик В.П. Формы организации процесса в высшем учебном заведении // Сибирский торгово-экономический журнал, 2011. №14.

Ткачук Мария Михайловна - студентка ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, 620028, г.Екатеринбург, ул.Репина, 3 а, Отдел молекулярных и клеточных технологий и радиоизотопная лаборатория ЦНИЛ; тел. (343) 214-86-71, m_kozhan@mail.ru;