

На правах рукописи

Афанасьева
Анастасия Александровна

**МЕТОД МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО ЭКСПЕРТНОГО
ОЦЕНИВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ**

Специальность: 05.11.17 – Приборы, системы и изделия
медицинского назначения

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2010

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию (ГОУ ДПО СПбМАПО РОСЗДРАВА)

Научный руководитель:
доктор технических наук, Дюк В. А.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Падерно П. И.
кандидат физико-математических наук, доцент Тишков А. В.

Ведущая организация – Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Защита состоится «___» января 2010 года в ____ часов на заседании совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 212.238.09 Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) по адресу: 197376, Санкт-Петербург, ул. проф. Попова, 5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан «___» декабря 2009 г.

Ученый секретарь
совета по защите докторских
и кандидатских диссертаций

Болсунов К.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Современная медицина является быстро изменяющейся областью знаний. Стремительное развитие новых медицинских технологий, появление новых лекарственных препаратов и способов лечения приводит к возникновению так называемого эффекта «запаздывания знаний» у медицинских работников. Специалисты испытывают затруднения в получении и обработке больших массивов разрозненной медицинской информации. Сведения, содержащиеся в учебниках, руководствах и справочниках зачастую успевают устареть еще до их публикации.

Для России, с ее огромной территорией, данная проблема имеет особое значение. Развитие телемедицины в целом, и обучающей телемедицины в частности, позволит приблизить качественную медицинскую информацию к отдаленным регионам. Это повысит квалификацию врачей и ускорит формирование научных школ в регионах.

Существуют специализированные системы, обеспечивающие создание, передачу, хранение и отображение данных и знаний, в том числе для дистанционного обучения и повышения квалификации, которые могут быть использованы для обучения медицинских специалистов. Обучающие телемедицинские системы (ОТС) имеют свою специфику, связанную с особенностями области медицинского образования: возможность подключения аппаратуры, с помощью которой осуществляется сбор, преобразование и передача медицинской информации; специфические форматы передачи медицинских данных, протоколы обмена информацией; возможность использования специального медицинского программного обеспечения.

Индустрия создания программных продуктов в области дистанционного обучения является динамически развивающимся сектором на рынке информационных технологий. В настоящее время существует множество систем дистанционного обучения. Регулярно появляются новые системы, а разработчики систем, уже устоявшихся на рынке, периодически выпускают их обновленные версии. Известны методы оценки и выбора таких систем общего назначения.

Вместе с тем, традиционные методы выбора программного обеспечения, в т.ч. для дистанционного обучения, не предусматривают возможность оценки ряда свойств, критичных для медицинской области знаний, и поэтому недостаточно эффективны. По этой причине актуальной становится проблема обоснованного выбора обучающей телемедицинской системы.

Целью данной работы является развитие информационного обеспечения обучающих телемедицинских систем.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать классификацию характеристик и элементов обучающих телемедицинских систем на основе состава, структуры и основных свойств объекта исследования с учетом специфики медицинской области знаний.
2. Сформировать критерии выбора обучающей телемедицинской системы на основании экспертных заключений.
3. Разработать метод многокритериального экспертного оценивания обучающих телемедицинских систем.
4. Создать методику оценки релевантности систем дистанционного обучения.

Объектом исследования являются телемедицинские системы, предназначенные для обучения и повышения квалификации медицинских работников.

Предмет исследования – метод многокритериального экспертного оценивания, предназначенный для обоснованного выбора ОТС.

Методы исследования. Для решения поставленных в работе задач используются методы системного анализа, экспертных оценок и прикладной статистики.

Научная новизна:

1. Построена оригинальная иерархическая классификация характеристик и элементов ОТС, включающая в себя максимально полный набор характеристик и элементов необходимых для реализации медицинских образовательных программ. Это позволяет формализовать задачу выбора телемедицинской системы для обучения и повышения квалификации медицинских работников.
2. Впервые сформированы критерии выбора ОТС для оценки и сравнения степеней важности характеристик и элементов обучающих телемедицинских систем.
3. Разработан метод многокритериального экспертного оценивания обучающих телемедицинских систем, позволяющий сделать обоснованный выбор такой системы и отличающийся от существующих методов специфической направленностью на область медицинского образования, а также возможностью многокритериальной оценки характеристик и элементов ОТС при помощи техники парных сравнений и метода многомерного шкалирования, применяющихся для ранжирования труднодифференцируемых объектов.
4. Создана методика оценки релевантности систем дистанционного обучения, позволяющая определить те существующие на рынке системы, которые могут быть адаптированы для телемедицинского обучения.

Практическая ценность работы. Использование разработанного метода и методики позволяет реализовать обоснованный выбор телемедицинской системы, предназначенной для обучения и повышения квалификации медицинских работников. Эти метод и методика использованы при выборе ОТС для Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования, а также для кафедры социальной гигиены, охраны прав потребителей и благополучия населения ФПК Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. Мечникова. Это позволило значительно сократить временные и экономические затраты при выборе ОТС.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

1. Иерархическая классификация характеристик и элементов обучающих телемедицинских систем.
2. Критерии выбора обучающих телемедицинских систем.
3. Метод многокритериального экспертного оценивания обучающих телемедицинских систем.
4. Методика оценки релевантности существующих систем дистанционного обучения для определения систем, подлежащих адаптации для телемедицинского обучения.

Внедрение результатов работы. При помощи метода многокритериального экспертного оценивания ОТС была выбрана, внедрена и используется в учебном процессе двадцати двух кафедр ГОУ ДПО СПб МАПО, а также в учебном процессе кафедры социальной гигиены, охраны прав потребителей и благополучия населения ФПК в ГОУ ВПО СПб ГМА им. Мечникова обучающая телемедицинская система. Имеются акты внедрения.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на XI Международной конференции «Региональная информатика 2008» (Санкт-Петербург, Россия, 2008), XV Всероссийской научно-методической конференции «Телематика 2008» (Санкт-Петербург, Россия, 2008), IV Всероссийской научно-практической конференции «Образовательная среда сегодня и завтра» (Москва, Россия, 2007), Научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины» (Санкт-Петербург, Россия, 2007), XIV Всероссийской научно-методической конференции «Телематика 2007» (Санкт-Петербург, Россия, 2007), X Международной конференции «Региональная информатика 2006» (Санкт-Петербург, Россия, 2006).

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 11 печатных работах, в том числе 1 работа в журнале, входящим в перечень ВАК («Программные продукты и системы»).

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация объемом 128 машинописных листов состоит из перечня основных сокращений, принятых в работе, введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 121 наименования, трех приложений общим объемом 24 машинописных листа. Диссертация содержит 47 таблиц и 6 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертации, дается характеристика работы, приводится краткое содержание диссертации по главам.

В **первой главе** диссертации приводится обоснование необходимости разработки метода выбора телемедицинской системы для обучения и повышения квалификации медицинских работников.

Согласно современному определению, телемедицина – это совокупность внедряемых в медицинские информационные системы принципиально новых средств и методов обработки данных, объединенных в целостные технологические системы. Такие телемедицинские системы обеспечивают создание, передачу, хранение и отображение информации с целью проведения лечебно-диагностических мероприятий, а также обучения на расстоянии.

Одним из важных приложений телемедицинских технологий является дистанционное обучение. Для организации полноценного дистанционного обучения необходимо не только подготовить учебные и тестовые материалы в электронном виде, но и интегрировать их в единую систему, которая позволит реализовать оптимальный сценарий обучения с учетом специфики области медицинского образования и обеспечит обратную связь преподавателя со слушателями. Такие системы дистанционного обучения (СДО), адаптированные

для телемедицинского обучения, в дальнейшем будут называться обучающими телемедицинскими системами (ОТС).

ОТС включают в себя стандартные компоненты и технологии СДО и специализированные, необходимые для организации медицинского дистанционного обучения (возможность подключения аппаратуры, с помощью которой осуществляется сбор, преобразование и передача медицинской информации; специфические форматы передачи медицинских данных, протоколы обмена информацией; возможность использования специального медицинского программного обеспечения). Адаптация СДО для телемедицинского обучения заключается в обеспечении возможности интеграции таких специализированных технологий в систему.

Современные исследователи выделяют различные характеристики и элементы СДО. Характеристиками ОТС называются наборы ее отличительных свойств, а элементами – программные модули, реализующие технические возможности обучающих систем телемедицины. Однако данные характеристики и элементы ранее не были упорядочены и структурированы, что препятствует обоснованному выбору обучающей телемедицинской системы.

В настоящее время существует научный подход к проблеме выбора программных средств учебного назначения, к которым относится ОТС, по критерию оценки качества системы. Это метод оценки качества В.Н. Бабешко, направленный на решение трех задач: оценку качества при проектировании и разработке СДО; выбор системы дистанционного обучения на основе оценки качества и ее сертификацию.

Вместе с тем, метод В.Н. Бабешко не адекватен системной сложности области медицинского образования. Во-первых, в этом методе выбор СДО осуществляется исходя из обобщенного критерия качества на основе соотношения «цена-качество», в то время как при оценке и выборе ОТС основной интерес представляет проблема учета специфических пользовательских предпочтений для области медицинского образования. И, во-вторых, свертка многих критериев в один предполагает допустимость компенсации низкой оценки по одному критерию высокой оценкой по другому. При решении задачи обоснованного выбора ОТС с учетом пользовательских предпочтений свертка многих критериев в один не корректна ввиду неоднородности структуры характеристик и элементов обучающей телемедицинской системы.

Проведенный анализ показал, что в настоящий момент не существует подробной классификации характеристик и элементов систем дистанционного обучения, отражающей специфику области медицинского образования. Кроме того отсутствует удовлетворительное решение задачи обоснованного выбора в рамках медицинской образовательной области, системы дистанционного обучения с учетом пользовательских предпочтений.

Имеется потребность в разработке нового метода для многокритериального экспертного оценивания телемедицинских систем, предназначенных для обучения и повышения квалификации медицинских работников.

Во второй главе описана построенная иерархическая классификация характеристик и элементов обучающих телемедицинских систем, учитывающая

максимально полный набор характеристик и элементов, необходимых для реализации медицинских образовательных программ. Здесь же представлен разработанный метод многокритериального экспертного оценивания ОТС.

Для сравнительного анализа были выбраны две группы экспертов – специалистов в основной и дополнительной образовательной области. В качестве основной образовательной области рассматривалась область медицинского образования, в качестве дополнительной образовательной области – область психологического образования.

Критериями отбора экспертов в основную (дополнительную) группу для данного исследования являлись следующие:

- потенциальный эксперт является специалистом и преподавателем в медицинской (психологической) образовательной области;
- потенциальный эксперт владеет компьютерными технологиями, в т.ч. интернет-технологиями;
- потенциальный эксперт имеет представление о телемедицине, дистанционном обучении и СДО;
- потенциальный эксперт соответствует основным требованиям к составу экспертной группы: компетентность, заинтересованное отношение к участию в опросе, внимательность, объективность, однозначное понимание целей и задач проводимого опроса.

Метод многокритериального экспертного оценивания обучающих систем телемедицины включает в себя две составляющие: методику расчета степеней важности характеристик и элементов ОТС и методику оценки релевантности ОТС. На рис. 1 и рис. 2 представлена схема метода многокритериального экспертного оценивания ОТС.

В соответствии с разработанной методикой расчета степеней важности характеристик и элементов телемедицинской системы проводится очное групповое, а затем индивидуальное обсуждение характеристик и элементов обучающих телемедицинских систем с экспертами в области медицинского образования. Такие характеристики и элементы названы базовыми. Экспертами выделено сорок пять базовых характеристик и восемьдесят один базовый элемент.

Базовые характеристики и элементы сгруппированы экспертами в двенадцать упорядоченных родительских классов характеристик ОТС и двадцать упорядоченных родительских классов элементов ОТС. Построена иерархическая классификация характеристик и элементов обучающей телемедицинской системы.

Иерархическая классификация характеристик и элементов ОТС представлена на рис. 3.

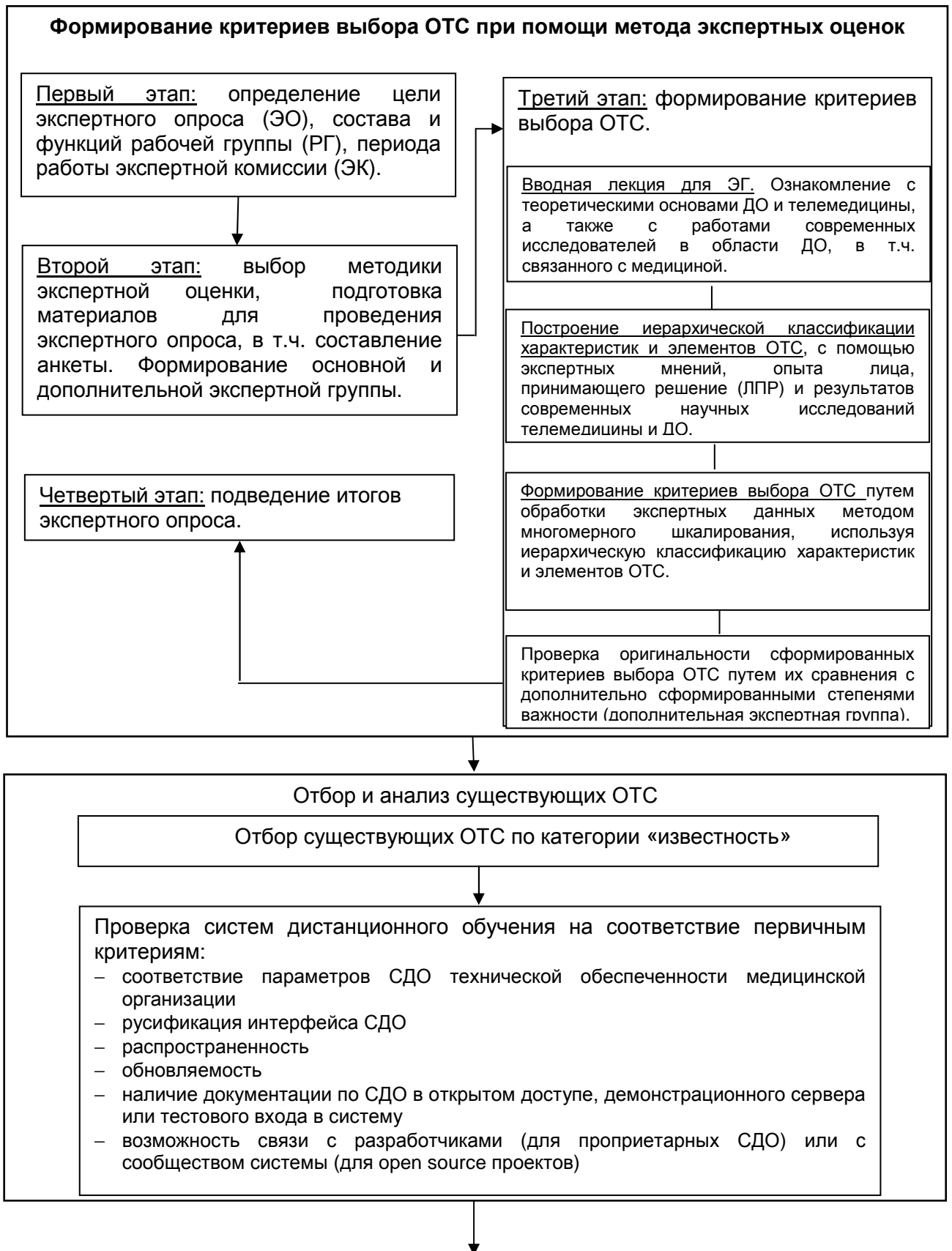


Рис. 1. Схема метода многокритериального экспертного оценивания ОТС. Часть 1.



Рис. 2. Схема метода многокритериального экспертного оценивания ОТС. Часть 2.

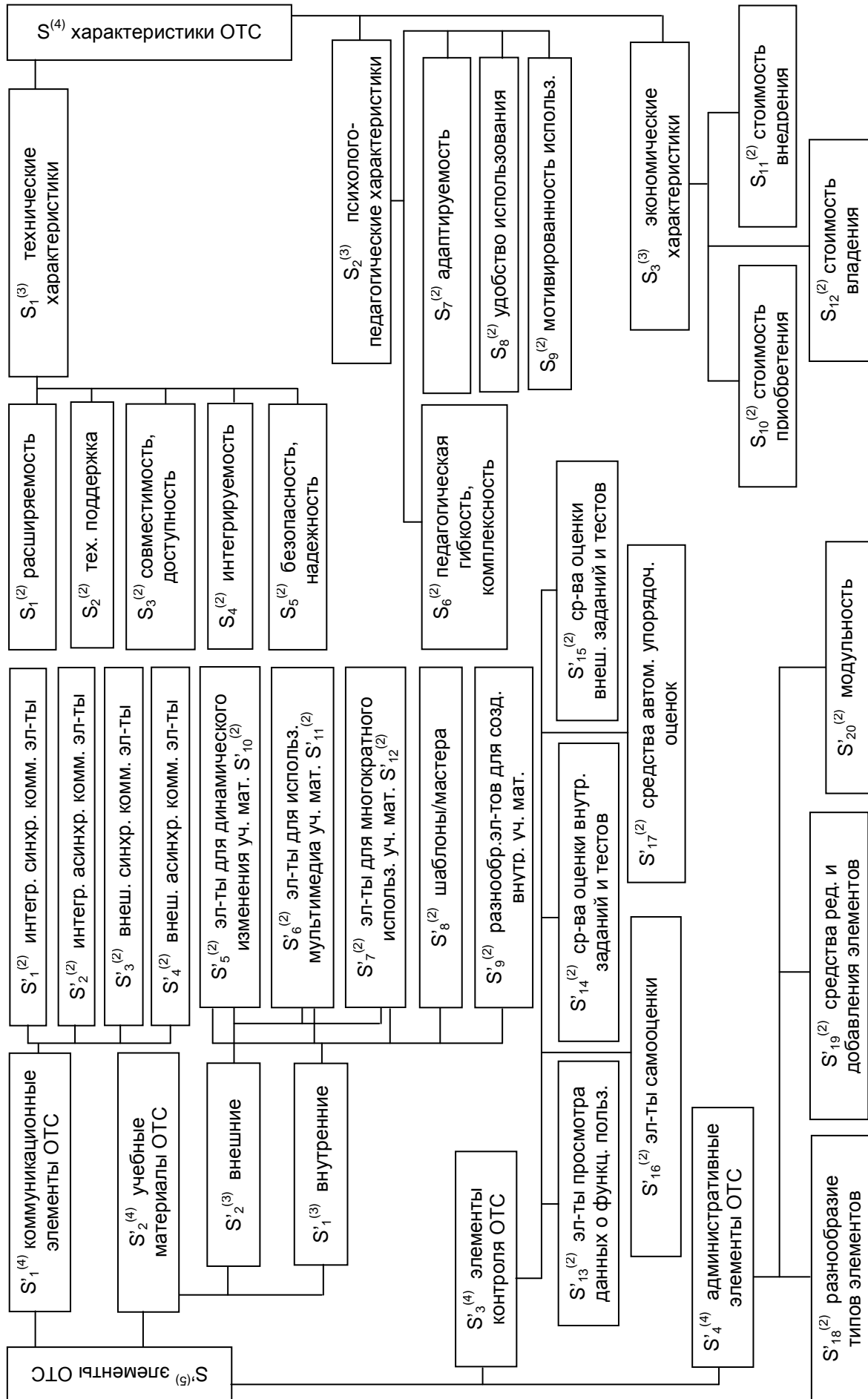


Рис. 3 Иерархическая структура характеристик и элементов ОТС

В третьей главе рассматривается задача обработки результатов экспертного опроса методом многомерного шкалирования, формируются критерии выбора ОТС на основании математической обработки экспертных заключений основной и дополнительной групп экспертов. Также в этой главе описывается разработанная методика оценки релевантности ОТС.

Согласно предложенной методике расчета степеней важности характеристик и элементов ОТС после составления иерархической классификации, представленной на рис. 3, проводится заочный индивидуальный опрос для получения экспертных оценок основной и дополнительной групп экспертов по сформированной анкете. Пункты анкеты базируются на данной иерархической классификации и сформулированы в контексте парного сравнения классов характеристик и элементов ОТС.

По результатам экспертного опроса основной и дополнительной групп экспертов составляются матрицы **D** парных различий между N объектами (характеристиками или элементами) каждого класса: $S^{(3)}$, $S^{(4)}$, $S^{(4)}$, $S^{(5)}$ иерархической классификации, за исключением класса экономических характеристик $S_3^{(3)}$.

Далее матрицы **D** подвергаются преобразованию по методике И.В. Королева. Данная методика применяется для согласования результатов экспертных оценок, представленных в виде матриц парных сравнений. В качестве среднего, наиболее близкого к совокупности мнений экспертов в работах В.Н. Бабешко и А.И. Орлова, предлагается использовать среднее геометрическое элементов матриц мер различия $\langle \mathbf{D} \rangle$.

Для обработки согласованных и преобразованных матриц $\langle \mathbf{D} \rangle$ используется метод многомерного шкалирования У.С. Торгерсона (в программной реализации И. Гайдышева). Определение различий пар объектов, а также метод многомерного шкалирования применяются в случае наличия трудноразличимых объектов.

В результате расчета получены: матрицы шкальных значений (координат объектов парного сравнения в пространстве виртуальных главных компонент), собственные значения данных матриц и их процентное содержание.

При определении минимальной базисной размерности Q учитывается содержательная интерпретация конечного результата (А.Ю. Терехина). Для матриц шкальных значений классов $S^{(3)}$ (характеристики) и $S^{(4)}$ (элементы) выбрана минимальная размерность $Q=1$. Для матриц шкальных значений остальных классов $Q=2$.

Для формирования критериев выбора ОТС по характеристикам системы расстояние в пространстве виртуальных главных компонент, на котором расположена каждая характеристика от начала координат рассчитывается по формуле:

$$d(S_i^{(2)}, 0) = \sqrt{((S_i^{(2)})_1)^2 + ((S_i^{(2)})_2)^2 + ((S_p^{(3)})_1)^2}, i = 1, 2 \dots n, p = 1, 2 \quad (1)$$

где $(S_i^{(2)})_1$ – координата $S_i^{(2)}$ объекта по первой главной компоненте;

$(S_i^{(2)})_2$ – координата $S_i^{(2)}$ объекта по второй главной компоненте;

$(S_p^{(3)})_1$ – координата родительского класса $S_p^{(3)}$ объекта по первой главной компоненте.

Для формирования критериев выбора ОТС по элементам системы расстояние в пространстве виртуальных главных компонент рассчитывается по следующей формуле:

$$d(S_i^{(2)}, 0) = \sqrt{((S_i^{(2)})_1)^2 + ((S_i^{(2)})_2)^2 + ((S_p^{(4)})_1)^2}, i = 1, 2 \dots m, p = 1, 2 \quad (2)$$

где $(S_i^{(2)})_1$ – координата $S_i^{(2)}$ объекта по первой главной компоненте;

$(S_i^{(2)})_2$ – координата $S_i^{(2)}$ объекта по второй главной компоненте;

$(S_p^{(4)})_1$ – координата родительского класса $S_p^{(4)}$ объекта по первой главной компоненте.

Такую меру уместно использовать в данном случае, т.к. все объекты S_i установлены путем опроса экспертов и однородны внутри своих классов.

Критериями выбора ОТС по характеристикам (элементам) назовем векторы \mathbf{P} (\mathbf{P}'), значения элементов которых нормированы по формулам:

$$(P)_i = \frac{d(S_i^{(2)}, 0) * 100}{d_{\max}(S_i^{(2)}, 0)} \quad (3) \quad (P')_i = \frac{d(S_i^{(2)}, 0) * 100}{d_{\max}(S_i^{(2)}, 0)} \quad (4)$$

где $d_{\max}(S_i^{(2)}, 0)$, $d_{\max}(S_i^{(2)}, 0)$ – максимальные расстояния от 0 до точек $S_i^{(2)}$, $S_i^{(2)}$ соответственно.

Элементы векторов \mathbf{P} (\mathbf{P}'), нормированные по формулам (3), (4), определяют значение степени важности для экспертов каждой характеристики и каждого элемента ОТС для основной (дополнительной) образовательной области.

Названия критериев выбора ОТС представлены в левом столбце табл. 1 и табл. 2. В других столбцах указанных таблиц приведены значения степеней важности характеристик и элементов ОТС для областей медицинского (основная группа) и психологического (дополнительная группа) образования.

Табл. 1. Критерии выбора ОТС
(Основная и дополнительная экспертные группы).

Характеристики ОТС, $S^{(2)}$	Ст. важности для осн. группы, $(P)_i^{осн}$	Ст. важности для доп. группы, $(P)_i^{доп}$
$S_1^{(2)}$ расширяемость	100	81
$S_2^{(2)}$ техническая поддержка	82	85
$S_3^{(2)}$ совместимость	71	82
$S_4^{(2)}$ интегрируемость	74	100
$S_5^{(2)}$ безопасность	92	96
$S_6^{(2)}$ педагогическая гибкость	58	66
$S_7^{(2)}$ адаптируемость	20	11
$S_8^{(2)}$ удобство использования	58	36
$S_9^{(2)}$ мотивированность	25	22

Табл. 2. Критерии выбора ОТС
(Основная и дополнительная экспертные группы).

Элементы ОТС, $S^{(2)}$	Ст. важности для осн. группы, $(P')_I^{эт}$	Ст. важности для доп. группы, $(P')_I^{доп}$
$S'_1^{(2)}$ интегрированные синхронные коммуникационные элементы	29	0
$S'_2^{(2)}$ интегрированные асинхронные коммуникационные элементы	11	38
$S'_3^{(2)}$ внешние синхронные коммуникационные элементы	50	37
$S'_4^{(2)}$ внешние асинхронные коммуникационные элементы	45	22
$S'_5^{(2)}$ элементы для динамического изменения внутренних учебных материалов	89	97
$S'_6^{(2)}$ элементы для использования мультимедийных внутренних учебных материалов	93	88
$S'_7^{(2)}$ элементы для многократного использования внутренних учебных материалов	100	80
$S'_8^{(2)}$ мастера/ шаблоны для создания внутренних учебных материалов	98	100
$S'_9^{(2)}$ разнообразие элементов для создания внутренних учебных материалов	86	78
$S'_{10}^{(2)}$ элементы для динамического изменения внешних учебных материалов	96	96
$S'_{11}^{(2)}$ элементы для использования мультимедийных внешних учебных материалов	95	91
$S'_{12}^{(2)}$ элементы для многократного использования внешних учебных материалов	84	77
$S'_{13}^{(2)}$ элементы просмотра данных о функционировании слушателей в системе	96	86
$S'_{14}^{(2)}$ средства оценки заданий, выполненных внутри системы	69	47
$S'_{15}^{(2)}$ средства оценки заданий, выполненных вне системы	65	95
$S'_{16}^{(2)}$ элементы для предоставления слушателям возможности самооценки	98	61
$S'_{17}^{(2)}$ средства автоматического упорядочивания оценок, интегрированной оценки	67	78
$S'_{18}^{(2)}$ разнообразие типов административных элементов в системе	40	58
$S'_{19}^{(2)}$ средства для редактирования и добавления элементов и материалов в систему посредством веб-интерфейса	71	56
$S'_{20}^{(2)}$ модульность	68	37

Коэффициент корреляции между степенями важности основной и дополнительной группами экспертов: $\rho_{(P')_I^{эт} (P')_I^{доп}} = 0,81$. Это говорит о достоверной связи наборов значений в двух экспертных группах. Однако в данном исследовании важно определить, насколько достоверно, несмотря на сильную связь между признаками, полученный коэффициент корреляции отличен от того

случая, когда между рядами значений присутствует полностью детерминированная линейная связь (т.е. насколько достоверно $\rho_{(P)I^{эт}}^{(P)I^{доп}} < 1$). Для выяснения этого факта используется расчет доверительных интервалов коэффициента корреляции. В данном случае, при помощи пакета Statistica, для 95% доверительного интервала были получены следующие нижняя и верхняя границы коэффициента корреляции: 0,62 и 0,9. Тем самым рассматриваемые ряды оценок достоверно различаются, несмотря на их сильную корреляционную связь.

Рассчитанные степени важности характеристик и элементов ОТС для основной и дополнительной образовательных областей имеют различия, что подтверждает избирательность разработанной методики расчета степеней важности характеристик и элементов ОТС.

По предлагаемой в данной работе методике оценки релевантности ОТС отбираются системы дистанционного обучения, удовлетворяющие критерию «известность», а также следующим первичным критериям:

- соответствие параметров СДО технической обеспеченности медицинской организации;
- русификация интерфейса системы;
- распространенность;
- обновляемость;
- наличие документации по системе дистанционного обучения в открытом доступе;
- наличие демонстрационного сервера или тестового входа в систему;
- возможность связи с разработчиками (для проприетарных СДО) или с сообществом (для систем, разрабатываемых в соответствии с принципом open source (системы с открытым программным кодом)).

СДО, отобранные по критерию «известность» и удовлетворяющие первичным критериям, в дальнейшем называются оцениваемые системы.

Из оцениваемых систем дистанционного обучения выделяются системы, имеющие русскоязычную документацию (РСДО). Используя методику расчета степеней важности характеристик и элементов системы, определяются значения степеней важности характеристик и элементов оцениваемых СДО. Данные степени важности покомпонентно сравниваются с критериями выбора ОТС. Наиболее подходящей системой дистанционного обучения, адаптированной для обучения и повышения квалификации медицинских работников является та, значение степени важности каждой характеристики (элемента) которой больше (либо равно) значению соответствующего критерия.

$$P_i^{\text{сист}} \geq P_i^{\text{кр}} \text{ для } i = 1, \dots, 9; \quad (5)$$

$$P_i^{\text{сист}} \geq P_i^{\text{кр}} \text{ для } i = 1, \dots, 20. \quad (6)$$

Для окончательного выбора обучающей телемедицинской системы учитываются экономические характеристики – стоимость приобретения $W_{\text{ОТС}} = S_{10}^{(2)}$, стоимость внедрения $W_{\text{внедр}} = S_{11}^{(2)}$ и стоимость владения $W_{\text{вл}} = S_{12}^{(2)}$.

$$\text{Общая стоимость ОТС: } W_{\text{общ}} = W_{\text{ОТС}} + W_{\text{внедр}} + W_{\text{вл}} \quad (7)$$

Наиболее предпочтительной является та ОТС, для которой $W_{\text{общ}}$ минимальна.

Согласно базовым характеристикам, стоимость внедрения зависит от собственно стоимости внедрения системы дистанционного обучения и стоимости

первичного обучения работе с ОТС. Данные стоимости определяются разработчиком системы дистанционного обучения. Стоимость владения зависит от стоимости администрирования ОТС и стоимости технической поддержки системы. Такие стоимости определяются организацией, внедряющей ОТС.

Допустим, что стоимость владения и стоимость внедрения для каждой медицинской организации, внедряющей определенную обучающую телемедицинскую систему, является постоянной величиной, не зависящей от ОТС. Таким образом, сравниваются только стоимости приобретения систем и выбирается та система, стоимость которой минимальна.

Если предпочтительная ОТС не найдена, то определяются степени важности характеристик и элементов для СДО с англоязычной документацией и процедура сравнения и выбора ОТС повторяется.

В четвертой главе описаны реализация и апробация метода многокритериального экспертного оценивания обучающих систем телемедицины на базе Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования (ГОУ ДПО СПбМАПО) и Санкт-Петербургской медицинской академии им. Мечникова (ГОУ ВПО СПбГМА им. Мечникова).

В соответствии с критерием «известность» были отобраны двадцать российских и зарубежных СДО. Для проверки соответствия данных систем первичным критериям была изучена техническая обеспеченность ГОУ ДПО СПбМАПО и ГОУ ВПО СПбГМА им. Мечникова: базовое программное обеспечение сервера, штат технических специалистов. Первичным критериям данных медицинских организаций соответствовали одиннадцать систем дистанционного обучения.

Только пять из одиннадцати оцениваемых СДО имели документацию на русском языке, из них РСДО «Moodle» и «Claroline» разрабатываются и распространяются в соответствии с принципом open source (системы с открытым программным кодом), а РСДО «Гекадем» предоставляется бесплатно для государственных образовательных учреждений. Таким образом, стоимость приобретения трех данных систем близка к нулю ($W_{\text{ОТС}} \approx 0$). РСДО «ОРОКС» и «eLearning Server» являются коммерческими программными продуктами и имеют отличную от нуля стоимость приобретения.

Значения степеней важности характеристик и элементов оцениваемых РСДО и критерии выбора ОТС на основе характеристик и элементов системы представлены в табл. 3 и табл. 4.

Табл. 3. Значения степеней важности характеристик СДО. Сводная таблица

	$S_1^{(2)}$	$S_2^{(2)}$	$S_3^{(2)}$	$S_4^{(2)}$	$S_5^{(2)}$	$S_6^{(2)}$	$S_7^{(2)}$	$S_8^{(2)}$	$S_9^{(2)}$
<i>Moodle</i>	100	84	79	74	93	68	24	77	27
ОРОКС	56	68	100	43	59	46	55	87	10
<i>eLearning</i>	100	96	87	90	100	65	37	91	67
Гекадем	95	72	66	100	85	25	71	60	60
Claroline	100	57	57	63	64	52	19	73	16
Критерии	100	82	71	74	92	58	20	58	25

Табл. 4. Значения степеней важности элементов СДО. Сводная таблица.

	$S_1^{(2)}$	$S_2^{(2)}$	$S_3^{(2)}$	$S_4^{(2)}$	$S_5^{(2)}$	$S_6^{(2)}$	$S_7^{(2)}$	$S_8^{(2)}$	$S_9^{(2)}$	$S_{10}^{(2)}$	$S_{11}^{(2)}$	$S_{12}^{(2)}$	$S_{13}^{(2)}$	$S_{14}^{(2)}$	$S_{15}^{(2)}$	$S_{16}^{(2)}$	$S_{17}^{(2)}$	$S_{18}^{(2)}$	$S_{19}^{(2)}$	$S_{20}^{(2)}$
<i>Moodle</i>	44	41	53	47	90	93	100	98	100	100	97	98	96	72	74	99	68	55	80	68
ОРОКС	32	61	23	63	29	35	56	31	55	73	62	66	66	86	65	100	77	82	51	76
<i>eLearning</i>	57	100	50	54	90	42	100	99	86	96	98	89	98	73	86	100	85	87	80	69
Гекадем	69	100	71	64	54	17	95	76	36	16	21	31	39	54	39	34	85	65	83	44
Claroline	17	50	67	56	71	72	73	71	67	82	73	66	95	92	89	94	100	79	89	68
Критерии	29	11	50	45	89	93	100	98	86	96	95	84	96	69	65	98	67	40	71	68

По результатам покомпонентного сравнения предпочтительными оказались две системы: «eLearning» и «Moodle». Далее были наложены ограничения, связанные с экономическими характеристиками:

$$W_{\text{Moodle}} = 0;$$

$$W_{\text{eLearning}} > 0;$$

$$W_{\text{Moodle_внедр}} = W_{\text{eLearning_внедр}} = \text{const};$$

$$W_{\text{Moodle_вл}} = W_{\text{eLearning_вл}} = \text{const};$$

Таким образом, была выбрана обучающая телемедицинская система – РСДО «Moodle».

Данная система дистанционного обучения была внедрена в ГОУ ДПО СПбМАПО и ГОУ ВПО СПбГМА им. Мечникова.

Использование ОТС «Moodle» в учебной работе двадцати двух кафедр ГОУ ДПО СПбМАПО и кафедры социальной гигиены, охраны прав потребителей и благополучия населения ФПК ГОУ ВПО СПбГМА им. Мечникова повысило интерес слушателей и преподавателей к дистанционному обучению. Медицинские специалисты данных кафедр отмечают расширение роли дистанционного обучения в образовательных программах и связывают это с обоснованным выбором СДО, что подтверждается актами внедрения.

Результаты внедрения подтвердили возможность практического использования разработанных метода многокритериального экспертного оценивания программного обеспечения для обучающих телемедицинских систем и методики расчета степеней важности характеристик и элементов системы, а также методики оценки релевантности ОТС.

Разработаны рекомендации по выбору ОТС для медицинских образовательных учреждений.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Построена иерархическая классификация характеристик и элементов обучающей телемедицинской системы, включающая в себя максимально полный набор характеристик и элементов, необходимых для реализации медицинских образовательных программ.
2. Сформированы критерии выбора обучающей телемедицинской системы.
3. Разработан метод многокритериального экспертного оценивания обучающих телемедицинских систем. Данный метод обладает высокой адаптируемостью, поскольку учитывает как системы дистанционного обучения, недавно появившиеся на рынке, так и обновленные версии уже известных систем. Метод имеет специфическую направленность на область медицинского образования.
4. Разработана методика оценки релевантности ОТС, позволяющая формализовать процесс выбора обучающей телемедицинской системы.
5. Разработаны рекомендации по выбору ОТС для медицинских образовательных учреждений.
6. Метод экспертного оценивания был применен для выбора ОТС в двух образовательных медицинских учреждениях Санкт-Петербурга.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации, входящие в перечень ВАК:

1. Афанасьева, А.А. Разработка метода принятия решения о выборе системы дистанционного обучения для медицинского образования / А.А. Афанасьева // Программные продукты и системы. – 2008 . – №3. – С. 88-89.

Публикации в других изданиях:

2. Афанасьева, А.А. Рекомендации по выбору обучающей телемедицинской системы для медицинских образовательных учреждений: Методическое пособие / А.А. Афанасьева. – СПб. : ЛЕМА, 2009. – 30 с.
3. Афанасьева, А.А. Формирование профиля характеристик и конечных элементов системы поддержки дистанционного обучения для медицинского образования / А.А. Афанасьева // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2008. №09 (43). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/09/pdf/04.pdf>
4. Афанасьева, А.А. Методика определения профиля характеристик и конечных элементов ИОДО / А.А. Афанасьева, В.А. Дюк // Материалы XI Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика» – 2008. – СПб, 2008. – С. 221-222.
5. Афанасьева, А.А. Экспертные методы принятия решений о выборе системы дистанционного обучения для последипломного медицинского образования / А.А. Афанасьева, А.С. Афанасьев // Труды XV Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2008». – СПб, 2008. – С. 256.
6. Афанасьева, А.А. Организация цикла «Дистанционные образовательные технологии в интернет-системе Moodle» для сотрудников кафедр Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования / А.А. Афанасьева // Образовательная среда сегодня и завтра, материалы IV Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 3.10 – 6.10.2007). – М., 2007. – С. 27-28.
7. Афанасьева, А.А. Внедрение интернет-образования в последипломное обучение медицинским специальностям / А.А. Афанасьева // Труды XIV Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2007». – СПб, 2007. – С. 525.
8. Афанасьева, А.А. Дистанционное обучение в Академии / А.А. Афанасьева, А.С. Афанасьев // Вестник МАПО. – 2007. – №10. – С. 4.
9. Афанасьева, А.А. Возможности использования системы «МООДУС» в качестве программного комплекса дистанционного обучения в медицинских образовательных учреждениях / А.А. Афанасьева // сб. ст. «Информатика и управление в медицинских системах. Юбилейный сборник научных трудов». – СПб, 2006. – С. 121-124.
10. Афанасьева, А.А. Интернет-образование в медицине. Медицинский программный комплекс на базе open source программного обеспечения / А.А. Афанасьева // Материалы X Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика» – 2006. – СПб, 2006. – С. 226-227.
11. Афанасьева, А.А. Выбор программного комплекса для медицинского дистанционного обучения / А.А. Афанасьева // сб. ст. «Автоматизация, информатизация, инновация в транспортных системах». – СПб, 2006. – С. 169-173.

Подписано в печать 16.12.2009 г.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,1. Тираж 100 экз.
Заказ № 1456.

Отпечатано в ООО «Издательство "ЛЕМА"»
199004, Россия, Санкт-Петербург,
В.О., Средний пр., д.24, тел./факс: 323-67-74
e-mail: izd_lemma@mail.ru
<http://www.lemaprint.ru>