

**МАРКЕЛОВА Анастасия Вадимовна**

**ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ  
ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАЗРАБОТКОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ  
С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ  
СОПОСТАВИМОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ**

**Специальность 05.13.10**

**Управление в социальных и экономических системах**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

**диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Уфа–2011**

Работа выполнена на кафедре вычислительной математики и кибернетики  
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Научный руководитель

д-р техн. наук, проф.

**Юсупова НАФИСА ИСЛАМОВНА**

Официальные оппоненты

д-р техн. наук, проф.

**ЧЕРНЯХОВСКАЯ Лилия Рашитовна,**

Уфимский государственный авиационный  
технический университет

канд. техни наук

**ТУКТАРОВА Лейла Робертовна**

Уфимский государственный колледж  
радиоэлектроники

Ведущая организация

**ГОУ ВПО «Башкирский государственный  
университет»**

Защита диссертации состоится «15 сентября» 2011 г. в 10 часов  
на заседании диссертационного совета Д-212.288.03  
при Уфимском государственном авиационном техническом университете  
по адресу: 450000, Уфа-центр, ул. К. Маркса, 12

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета

Автореферат разослан «   » \_\_\_\_\_ 2011 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
д-р техн. наук, проф.



В. В. Миронов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы

Одной из основных задач вузов является удовлетворение потребности общества и государства в квалифицированных кадрах с высшим профессиональным образованием и научно-педагогических кадрах высшей квалификации.

Также, среди целей Болонского процесса, участником которого является Россия, можно выделить формирование единого образовательного пространства. Для достижения этой цели необходимо увеличение интенсивности процессов академической мобильности (АМ), в связи с чем, становится актуальной проблема сопоставимости образования.

А в связи с переходом российской высшей школы на Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) необходимо разрабатывать новые образовательные программы (ОП). Таким образом, задача разработки ОП с учетом вышеперечисленных факторов является актуальной.

Вопросами разработки основных ОП занимаются многие российские и зарубежные специалисты, среди которых можно выделить: В. И. Байденко, В. А. Богословского, Е. В. Караваева, Е. Н. Ковтун, С. В. Коршунова, Н. И. Максимова, В. Л. Петрова, Б. А. Сазонова, Н. А. Селезневой, С. А. Семенов, Д. В. Строганова, Ю. Г. Татур, а также зарубежных ученых К. Alford, С. Carter, D. Ragsdale, E. Ressler, C. Reynolds, V. Lunt.

Анализу ОП, а также их сопоставимости посвящены работы М. Б. Гузаирова, Н. И. Юсуповой, Б. Г. Ильясова, В. И. Васильева, Ю. С. Кабальнова и др.

Вопросы АМ, и в частности, разработки и внедрения двойных дипломов отражены в работах Н. В. Сёмина, В. А. Галичина, Л. В. Зиновенко, Ю. И. Сергеева, Е. И. Артамонова, С. М. Яковлева, А. А. Крылова, М. Е. Ульяновой, С. А. Тюриной, Е. А. Юдачевой.

При управлении разработкой ОП, как при переходе на новые стандарты, так и при обновлении ряда дисциплин из вариативной части, важно учитывать опыт ведущих зарубежных университетов, рекомендации профессиональных стандартов (ПС), отражающих требования рынка труда, и международных образовательных стандартов (МОС).

Современные информационные технологии позволяют разрабатывать системы поддержки принятия решений (СППР) для использования при управлении разработкой образовательных программ с учетом требований сопоставимости образования.

Анализ существующих информационных систем в области информационных технологий показал, что задача управления разработкой образовательных программ с учетом требований документальной базы не в полной мере решается подобными системами. Основная часть таких систем позволяет выбирать из БД требуемую дисциплину, и соответствующие атрибуты, и заполнять определенные шаблоны, после чего проводить проверку соответствия ГОС.

Управление разработкой ОП на основе ФГОС, с учетом рекомендаций ПС, МОС и опыта ведущих зарубежных университетов является трудоемкой и

слабо формализуемой процедурой, поэтому возникает необходимость в разработке научно-обоснованной концепции и средств поддержки принятия решений.

Предложенная в данной работе концепция СППР позволяет проводить анализ расширенной документальной базы (ПС, МОС, зарубежные ОП), на основе которого осуществляется поддержка принятия решения при выборе дисциплин и распределении трудоемкости. Это позволяет формировать образовательные программы не только с учетом требований ФГОС, но и с учетом требований рынка труда и особенностей процесса академической мобильности.

### **Цель работы**

Целью диссертационной работы является разработка концепции поддержки принятия решений при управлении разработкой образовательных программ с учетом новых стандартов, зарубежного опыта и квалификационных требований рынка труда на основе использования инструментов инженерии знаний для обеспечения сопоставимости образования.

### **Задачи исследования**

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

1. Разработать концепцию построения СППР при управлении процессом разработки ОП с использованием инструментария инженерии знаний, учитывая особенности процесса реализации АМ, практику получения двойных дипломов, на основе анализа документальной базы, включающей ФГОС и МОС, ОП ведущих зарубежных университетов и ПС, отражающие квалификационные требования рынка труда; системные модели предлагаемой СППР;

2. Разработать модели представления знаний о процессах АМ, получения двойных дипломов, о требованиях ФГОС и МОС, а также о квалификационных требованиях рынка труда и учете опыта ведущих зарубежных университетов для использования в разрабатываемой СППР;

3. Разработать метод оценки критериев сходства элементов документальной базы и дисциплин формируемой ОП, включающий в себя метод поиска семантически близких понятий между единицами сравнения с помощью регулярных выражений и правил их применения;

4. Разработать алгоритмическое обеспечение для реализации предложенной концепции с применением разработанных методов оценки критериев сходства и поиска семантически близких понятий с использованием аппарата регулярных выражений;

5. Разработать программную реализацию прототипа СППР на основе предложенной концепции. Провести исследования эффективности разработанной концепции на реальных данных.

### **Методы исследования**

При проведении диссертационного исследования были использованы методы системного анализа, теории управления, принятия решений, системного моделирования, инженерии знаний, теории формальных грамматик, моделирование информационных систем. При разработке прототипа программного обеспечения использовался объектно-ориентированный подход.

**Основные научные результаты, выносимые на защиту:**

1. Концепция построения СППР при управлении процессом разработки ОП с использованием инструментария инженерии знаний, с учетом особенностей процесса реализации АМ, практики получения двойных дипломов, на основе анализа документальной базы, включающей ФГОС и МОС, ОП ведущих зарубежных университетов и ПС, отражающие квалификационные требования рынка труда; системные модели предлагаемой СППР;

2. Модели представления знаний о процессах АМ, получения двойных дипломов, о требованиях ФГОС и МОС, а также о квалификационных требованиях рынка труда и учете опыта ведущих зарубежных университетов для использования в разрабатываемой СППР;

3. Методы оценки критериев сходства элементов документальной базы и дисциплин формируемой образовательной программы и поиска семантически близких понятий между единицами сравнения с помощью регулярных выражений и правил их применения;

4. Алгоритмическое обеспечение для реализации предложенной концепции с применением разработанных методов оценки критериев сходства и поиска семантически близких понятий с использованием аппарата регулярных выражений;

5. Программная реализация прототипа СППР на основе предложенной концепции. Исследование эффективности разработанной концепции на реальных данных.

**Научная новизна результатов**

Новыми являются разработанные и исследованные автором:

1. Новизна предложенной концепции построения предлагаемой СППР заключается в том, что в отличие от известных работ в области управления формирования образовательной программы рассматриваются особенности влияния каждого элемента специально собранной документальной базы в совокупности, а именно: ФГОС, профессиональных стандартов в области ИТ, международного образовательного стандарта и образовательных программ ведущих зарубежных университетов, что позволяет принимать эффективные решения в управлении процессами формирования образовательных программ и академической мобильности; Новизна разработанных системных моделей разработки образовательной программы, расчета оценок критериев и сравнения дисциплин и распределения трудоемкости заключается в том, что они позволяют эффективно решать поставленные задачи с учетом особенностей документальной базы;

2. Новизна в предложенных моделях представления знаний состоит в том, что используется подход на основе семантической сети и продукционных моделей для анализа элементов документальной базы, а также в том, что набор правил для наполнения базы знаний для принятия решений сформулирован для данной предметной области, что позволило эффективно использовать документальную базу в предложенном подходе; Новыми являются: семантические сети: ФГОС 3-го поколения основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «Информатика и вычислительная техника», междуна-

родного образовательного стандарта по направлению «Информатика», образовательной программы Института Поля Ламбана (Бельгия), профессионального стандарта на должность «системный аналитик» и общая семантическая сеть структуры базы знаний;

3. Новизна разработанных методов оценки критериев сходства элементов документальной базы и дисциплин формируемой образовательной программы и поиска семантически близких понятий между единицами сравнения обуславливается новизной постановки задачи, а также использованием аппарата регулярных выражений, что позволяет проводить эффективный поиск и обработку информации;

4. Новизна предложенного алгоритмического обеспечения заключается в том, что в отличие от известных, оно позволяет решать задачи управления формированием образовательных программ с учетом требований ФГОС и особенностей профессиональных стандартов в области ИТ, международного образовательного стандарта и образовательных программ ведущих зарубежных университетов, а также обуславливается новизной реализуемых методов;

#### **Практическая значимость**

Практическую ценность имеют:

1. Информационное, алгоритмическое обеспечение и прототип информационной системы поддержки принятия решений при управлении процессом формирования ОП, а также при управлении процессом АМ (включенным обучением и получением двойных дипломов);

2. Методика использования аппарата регулярных выражений для анализа символьной информации в документальной базе на этапе предварительной обработки текста, а также при поиске семантически близких понятий между единицами сравнения;

3. Результаты анализа работоспособности предложенного подхода на реальных примерах с использованием прототипа информационной системы при участии экспертов.

4. В результате исследования на реальных примерах установлено соответствие между компонентами ОП (Университет Марн-ля-Валле, Франция; Люксембурга; Института имени Поля Ламбана, Бельгия; Высшей политехнической школы Лозанны, Швейцария) и степень соответствия ПС и МОС.

#### **Внедрение и связь исследования с научными программами**

Внедрение результатов работы осуществлено на факультете информатики и робототехники, при подготовке учебных соглашений при разработке рабочих программ дисциплин. Основные результаты диссертационной работы используются в виде программного обеспечения в Башкирском государственном педагогическом университете, Министерстве образования Республики Башкортостан.

Исследование выполнено в рамках темы «Исследование интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и управления для сложных социально-экономических объектов» по заданию Министерства образования РФ на проведение научных исследований и поддержано грантом

РФФИ № 09-07-00408-а «Распределенная интеллектуальная система поддержки принятия решений при выполнении проектов фундаментальных исследований сложных систем» и грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-65497.2010.9. «Теоретические и методические основы разработки информационных систем.

#### **Апробация работы и публикации**

Основные научные и практические результаты диссертационной работы докладывались на:

1. Зимней школе-семинаре аспирантов и молодых ученых: Интеллектуальные системы обработки информации и управления (Уфа, 2008, 2011).
2. 9–12-й международных научных конференциях «Компьютерные науки и информационные технологии» (Красноусольск, Россия, 2007; Анталья, Турция -2008; Крит, Греция, 2009; Москва-Санкт-Петербург, Россия 2010);
3. Российской научно-технической конференции: «Мавлютовские чтения», посвященной 80-летию со дня рождения чл.-кор. РАН, проф. Р. Р. Мавлютова, (Уфа, 2010);
4. Международной научно-технической конференции: «Инновации в информационных технологиях: теория и практика» (Дрезден, 2010).
5. Семинаре по методологии искусственного интеллекта Башкирского отделения научного совета РАН, Уфа, 2011.

#### **Результаты работы отражены в публикациях**

Основные материалы диссертационной работы опубликованы в 15 статьях, в том числе в 3 статьях в рецензируемых журналах из перечня ВАК. Разработанное программное обеспечение защищено свидетельством Роспатента № 2010617429 об официальной регистрации программ для ЭВМ.

#### **Объем и структура работы**

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем основной части диссертации составляет 189 страниц.

### **КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** к диссертации обосновывается актуальность решаемой научной задачи, формулируются цель и задачи исследования, перечисляются подходы и методы решения задач, приводятся результаты, выносимые на защиту, отмечается их научная новизна и практическая значимость.

Приводятся сведения о внедрении результатов, апробации работы и публикациях.

**Первая глава** посвящена анализу особенностей процесса принятия решений при управлении разработкой образовательной программы и особенностей процесса академической мобильности, практики получения двойных дипломов, требований ФГОС и МОС, а также опыта ведущих зарубежных университетов и квалификационных требований рынка труда.

Проводится анализ задачи управления формированием ОП, а именно содержательной составляющей учебного плана подготовки бакалавров на приме-

ре ОП подготовки бакалавров информатики (направление «Информатика и вычислительная техника»).

Далее более детально рассмотрено управление процессом формирования ОП. Для признания зарубежными университетами ОП российских учебных заведений, для привлечения зарубежных студентов на обучение в Россию и для повышения качества подготовки выпускников необходимо разрабатывать конкурентоспособные ОП и правильно представлять их на рынке. В связи с этим в работе рассмотрены особенности Болонского процесса, выделены обязательные, рекомендательные и факультативные параметры. Отмечена важность учета требований и особенностей ФГОС, МОС, ПС и зарубежных ОП.

Проведен анализ известных исследований и разработок в области управления процессом формирования ОП и показано, что в них при решении поставленной задачи не учитываются особенности ПС, МОС и зарубежных ОП.

Анализ известных программных продуктов по управлению вузом показал, что существующие информационные системы (ИС) в рассматриваемой области не поддерживают аналитических решений.

Результаты анализа профессиональных стандартов ИТ-области: программист, системный архитектор, специалист по информационным системам и др. позволяют выявить для каждого квалификационного уровня перечень знаний, умений, навыков, которыми должен обладать претендент на соответствующую должность.

С учетом рекомендаций МОС могут быть выбраны дисциплины, необходимые для изучения бакалавром и глубина изучения каждой из дисциплин.

Результаты сопоставительного анализа ОП ведущих зарубежных вузов могут быть использованы для поддержки принятия решений о включении дисциплин с соответствующей трудоемкостью в ОП, например, при составлении учебного соглашения («Learning agreement») для обмена студентами в рамках международной программы «Эрасмус» или при управлении процессом получения двойных дипломов.

Также в первой главе рассмотрен контур управления процессом разработки ОП с учетом требований ФГОС, профессиональных стандартов и зарубежного опыта, где определено место разрабатываемой СППР в системе управления процессом ОП (рис. 1). Основными модулями разрабатываемой СППР являются база знаний на основе семантических сетей и механизм поиска решений на основе предложенных методов оценки критериев сходства элементов документальной базы и дисциплин формируемой ОП и поиска семантически близких понятий между единицами сравнения.

Объектом исследования выступает процесс разработки образовательных программ (например, для поддержки процессов академической мобильности студентов, в частности получения двойных дипломов). Предметом исследования является СППР при управлении разработкой ОП.

**Во второй** главе разрабатывается подход к поддержке принятия решений при управлении формированием ОП на основе ФГОС, с учетом требований рынка труда, МОС и зарубежного опыта.

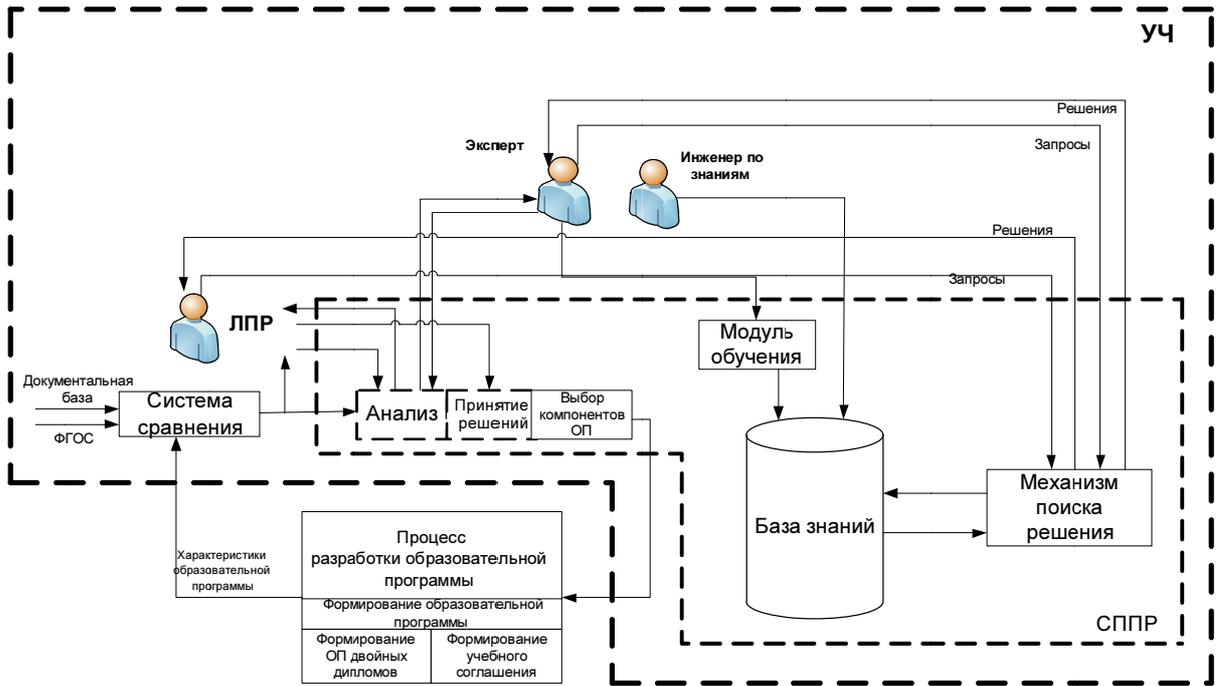


Рисунок 1 – Система управления процессом разработки образовательных программ

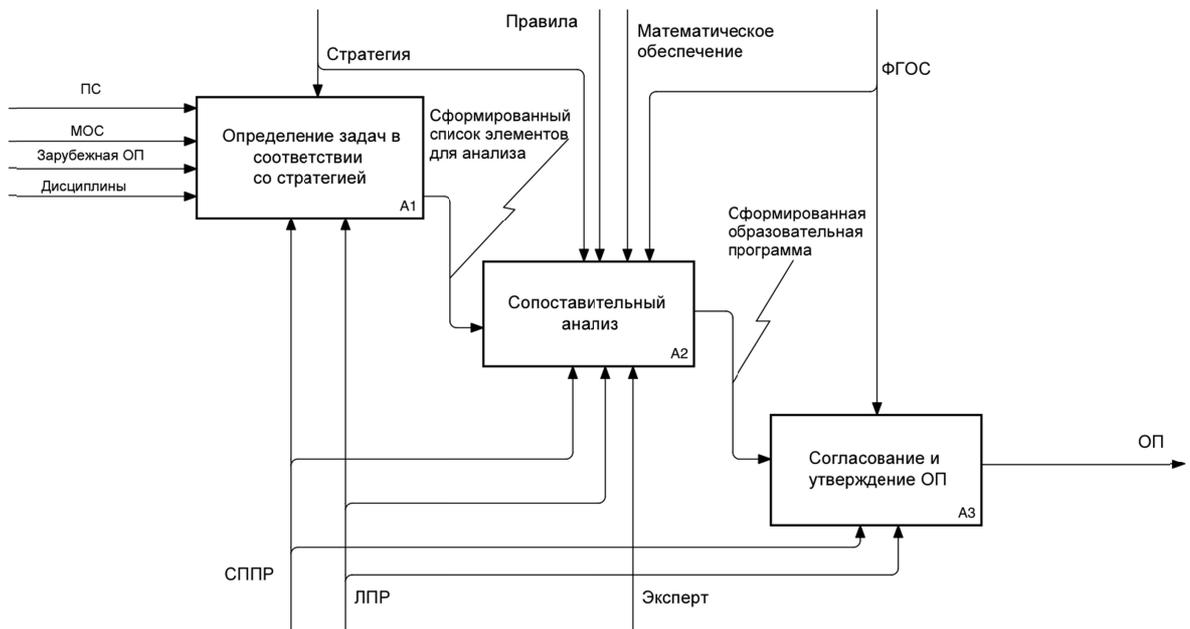


Рисунок 2 – Функциональная модель разработки образовательной программы (1-й уровень декомпозиции)

СППР при управлении формированием ОП должна выполнять как общие, так и частные задачи и функции, а также необходимо предусмотреть предварительную обработку информации (табл. 1).

На начальном этапе разработки подхода к решению поставленной задачи создаются необходимые функциональные модели. На рисунке 2 показан первый уровень декомпозиции процесса разработки ОП.

Таблица 1 – Режимы работы и соответствующие задачи системы поддержки принятия решений

Режим работы СППР	Академическая мобильность	Программа двойных дипломов	Разработка конкурентоспособной ОП
Задачи СППР			
Основные задачи СППР	Разработка УС и индивидуального ОП на основе сопоставления ОП базового и принимающего ВУЗов	Сопоставимость ОП ВУЗов-партнеров, сходство содержательной части дисциплин и соответствующей трудоемкости	Разработка ОП на базе ФГОС с учетом требований рынка труда (ПС), опыта зарубежных ведущих ВУЗов, международного образовательного стандарта (МОС)
Главная функция СППР	Поддержка принятия решений на основе анализа сходства содержания элементов документальной базы		
Частные задачи СППР	Поддержка решений на основе сопоставления выбранных дисциплин блокам, сопоставление трудоемкости дисциплин-аналогов, соотношение дисциплины из ОП базового ВУЗа УС или индивидуальному плану	Поддержка решений на основе сопоставительного анализа знаний, умений, навыков, которые могут быть получены студентом при изучении курса-аналога образовательных программ Вузов-партнеров	Поддержка решений на основе сопоставительного анализа знаний, умений, навыков, предъявляемых квалификационными требованиями в профессиональных стандартах со знаниями, умениями, навыками, , которые могут быть получены студентом при изучении конкретной дисциплины, сопоставительный анализ рекомендаций международных образовательных стандартов и ОП.
Общая функция для всех задач СППР	Анализ текстовой информации		
Используемый аппарат	Инженерия знаний, регулярные выражения		

Рассмотрим формальную постановку задачи формирования ОП.

Пусть  $D$  – множество всех возможных дисциплин  $d_i$  ( $i = 1, n$ ), каждой дисциплине ставится в соотв. нагрузка  $l_i \in Z, \forall l \in Z \geq 0$ . ОП можно описать парами вида  $p_k = (d, l)_j, j = 1..m, p_k \in P, P$  – множество возможных ОП.  $C(D)$  – множество выбираемых решений. Решить задачу выбора – означает найти множество  $C(D), C(D) \in D$ . Набор числовых функций  $f_1, f_2, \dots, f_m$ , определенных на множестве допустимых решений  $D$ . числовые функции образуют векторный критерий  $f = (f_1, f_2, \dots, f_m)$ , который принимает решение в пространстве  $m$ -мерных векторов  $R^m$ . Критерий значимости дисциплины  $d$ , в учебном плане:

$$f(d) = (f_1(d), f_2(d), \dots, f_m(d)) \in R^m;$$

критерии значимости:  $f_{\text{ПС}}(d), f_{\text{МОС}}(d), f_{\text{ЗОП}}(d)$ .

$$f_{\text{ПС}}(d) = f_1, f_{\text{МОС}}(d) = f_2, f_{\text{ЗОП}}(d) = f_3.$$

суперкритерий  $i$  –й дисциплины вычисляется следующим образом:

$$s_i = w_{\text{ПС}} f_{\text{ПС}}(d_i) + w_{\text{МОС}} f_{\text{МОС}}(d_i) + w_{\text{ЗОП}} f_{\text{ЗОП}}(d_i); \quad (1)$$

вектор суперкритерия:

$$\vec{s} = (s_1, s_2, \dots, s_n), \quad (2)$$

где  $s_i$  – суперкритерий  $i$  – й дисциплины, рассчитываемый по формуле (1).

$$f(d) = (f_1(d), f_2(d), \dots, f_m(d)) \in R^m.$$

Рассмотрим формальную постановку задачи расчета трудоемкости дисциплин. Суперкритерий показывает значимость дисциплины, полученную на основе сопоставительного анализа ее содержания с требованиями документальной базы. Таким образом, чем выше значение критерия, тем больше единиц трудоемкости необходимо выделить на соответствующую дисциплину. Следовательно, можно ввести целевую функцию следующего вида:

$$y = \sum_{i=1}^n s_i l_i, \quad (4)$$

где  $s_i$  – суперкритерий  $i$ –й дисциплины, а  $l_i$  – соответствующую трудоемкость. Таким образом, поставленную задачу можно рассматривать как задачу линейного программирования, где необходимо максимизировать целевую функцию. Также существуют следующие ограничения:

- ограничения трудоемкости по дисциплинам, относящимся к базовой части  $\sum_{j=1}^b l_j \geq 2$ , где  $l_j$  – искомая трудоемкость дисциплин базовой части,  $b$  – количество дисциплин в базовой части;

- ограничение трудоемкости по всем дисциплинам ОП:  $\sum_{i=1}^n l_i \leq 240$ , где  $n$  – общее бщее ение трудоемкости по;

- ограничение трудоемкости по блокам ОП:

- $16 \leq \sum_{g=1}^h l_g \leq 19$  для дисциплин базовой и вариативной частей блока 1, где  $h$  – количество дисциплин в блоке 1;

- $27 \leq \sum_{o=1}^c l_o \leq 29$  для дисциплин базовой и вариативной частей блока 2, где  $c$  – количество дисциплин в блоке 2;

- $62 \leq \sum_{t=1}^r l_t \leq 67$  для дисциплин базовой и вариативной частей блока 3, где  $r$  – количество дисциплин в блоке 3.

В работе представлено решение поставленной задачи линейного программирования с помощью симплекс метода. Предварительно преобразовав сленностительно преобразовав постановку задачи в каноническую форму: запись с помощью функции минимизации ветвей и границ.

В **третьей главе** разрабатываются модели представления знаний и алгоритмическое обеспечение для последующей их реализации в компьютерной среде в виде прототипа СППР.

Важную роль в разрабатываемой СППР играет документальная база: ФГОС, ПС, МОС и зарубежные ОП, выступающая в роли информационного обеспечения в процессе принятия решений. Для эффективного использования документальной базы разработаны модели представления знаний в виде комбинации сетевых и продукционных моделей. В таких моделях декларативные знания описываются в сетевом компоненте знаний, а процедурные знания – в продукционном.

На основе анализа проблемной области и документальной базы разработаны модели представления знаний: семантическая сеть структуры базы знаний, ФГОС, МОС по направлению «Информатика», профессиональных стандартов в области ИТ и ОП зарубежных вузов, в частности, ОП Института Поля Ламбана по специальности информатика (Бельгия) (рис. 3, 4).

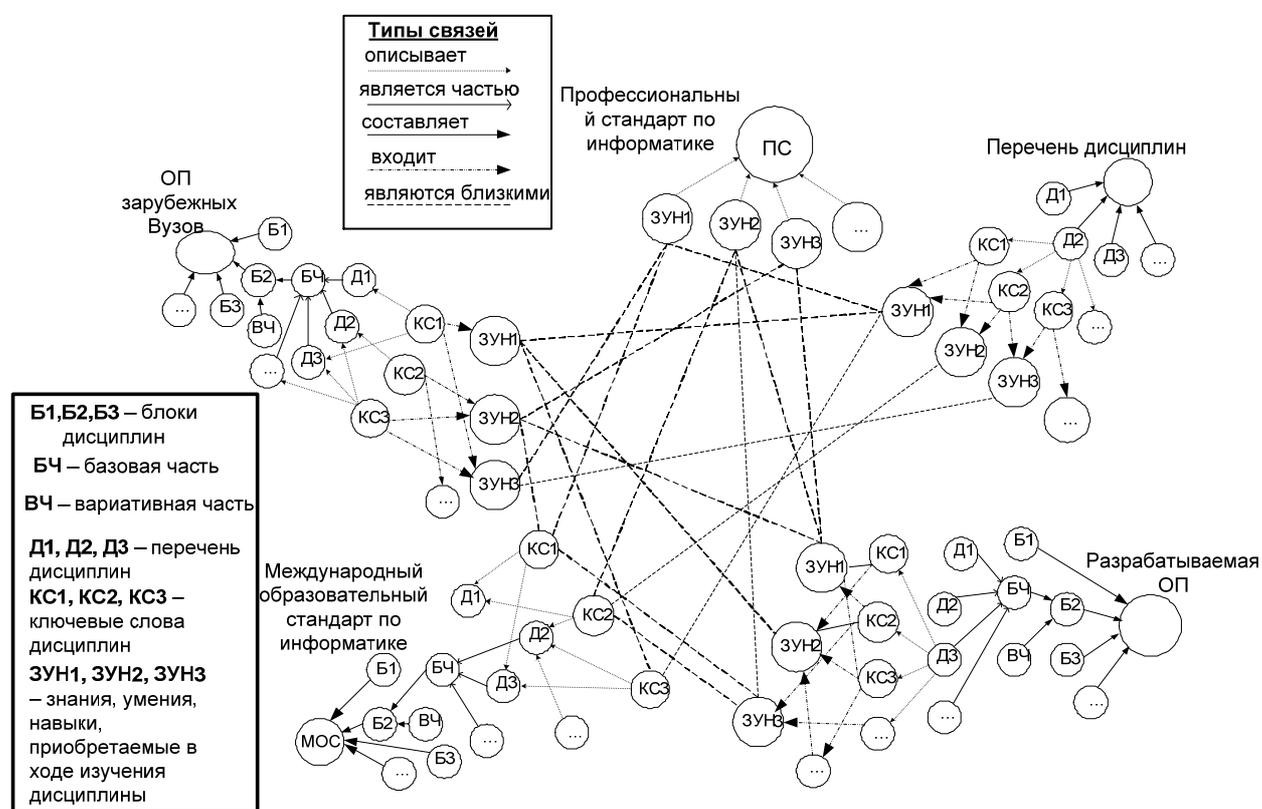


Рисунок 3 – Семантическая сеть структуры базы знаний

В результате анализа документальной базы в рамках 1-й и 3-й глав были выявлены особенности и предложены модели представления информации. Тем не менее, осталась проблема анализа текстовой информации, содержащейся в базе знаний. Так название дисциплины может состоять из набора слов и реже цифр, а трудоемкость – только из цифр.

Для решения этой задачи предлагается использовать регулярные выражения, которые можно применять для: поиска подстроки, удовлетворяющей шаблону регулярного выражения, в строке; поиска и замены подстроки, удовлетворяющей шаблону регулярного выражения, в строке; проверки на соответствие заданной строки шаблону; извлечения подстроки, удовлетворяющей шаблону регулярного выражения из строки.

Для оценки сходства элементов документальной базы необходимо сопоставить информацию одного с описанием другого. Причем среди элементов сравнения могут встречаться как слова, так и словосочетания. В случае словосочетания, оно разбивается на составляющие его слова и проводится сравнение полученных слов с элементом документальной базы. При сравнении двух словосочетаний учитывается отношение количества совпавших слов к общему

количеству слов в обоих элементах, в результате получается оценка критерия схожести.

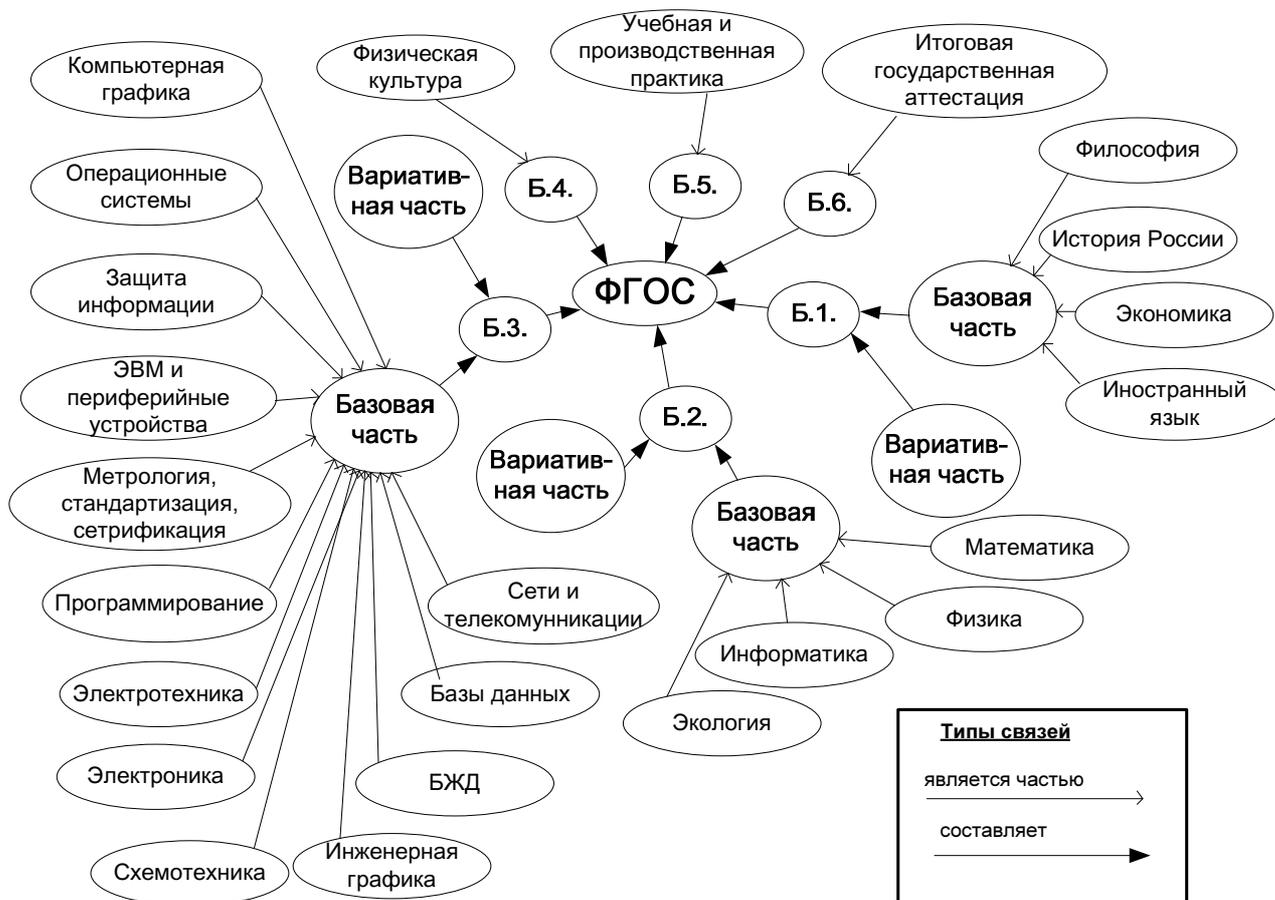


Рисунок 4 – Фрагмент семантической сети ООП подготовки бакалавров по направлению «Информатика и вычислительная техника» (ФГОС 3-го поколения)

На рисунке 5 показаны алгоритмы оценки сходства элементов документальной базы и дисциплин формируемой образовательной программы и поиска сходных слов между единицами сравнения с использованием аппарата регулярных выражений. Для поиска сходных слов среди единиц сравнения были предложены следующие правила формирования значимых частей слова для сравнительного анализа:

1. Если длина слова  $\leq 2$  букв и буквы не заглавные, то данное слово в сравнение не включаем;
2. Если длина слова составляет от 3 до 5 букв включительно, то берем слово целиком;
3. Если длина слова  $\geq 6$ , то отбрасываем 1 букву с конца;
4. Если длина слова  $\geq 8$ , то отбрасываем 2 буквы с конца;

Механизм поиска решений в базе знаний использует метод прямого вывода из базы правил.

Таким образом, в 3-й главе были предложены модели представления знаний, содержащихся в документальной базе для использования в разрабатываемой СППР. Разработанное алгоритмическое обеспечение для представленных

методов оценки сходства элементов документальной базы и дисциплин формируемой образовательной программы и поиска сходных слов между единицами сравнения позволяет использовать аппарат регулярных выражений для анализа текстовой информации и получения критерия сходства.

**Четвертая глава** посвящена разработке прототипа программного обеспечения на основе предложенного подхода к поддержке принятия решений при управлении разработкой образовательных программ и анализу эффективности предложенных методов и подхода в целом.

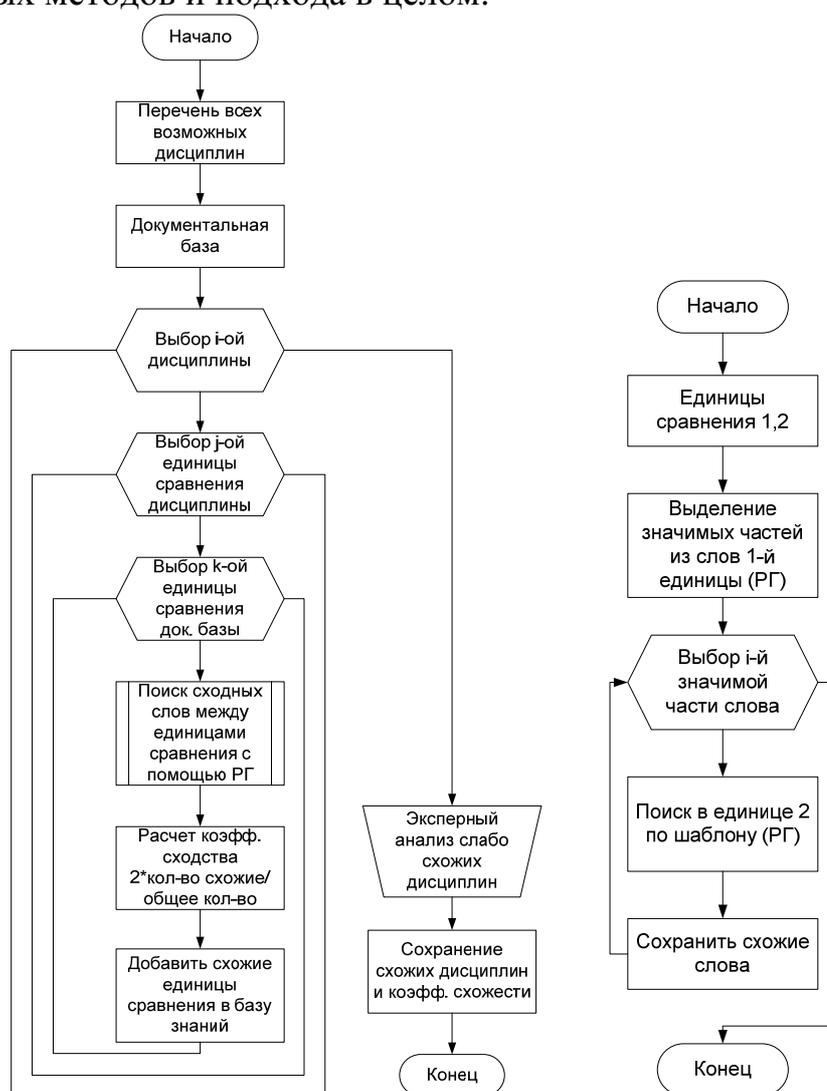


Рисунок 5 – Алгоритм оценки сходства элементов документальной базы (слева) и алгоритм поиска сходных слов между единицами сравнения.

При разработке прототипа СППР использовалась концепция «быстрого прототипа», суть которой заключается в том, что система строится последовательно, от простого к сложному. Такие этапы разработки СППР как идентификация, концептуализация и формализация были описаны в предыдущих главах и их результаты используются на этапе разработки прототипа.

Основные функции СППР:

1. Формирование ОП с учетом документальной базы (ФГОС, МОС, ПС, зарубежные ОП);

2. Формирование УС на базе ОП базового и принимающего вузов;
  3. Формирование интегрированной ОП в рамках процесса получения двойных дипломов;
  4. Обучение системы с помощью эксперта (и инженера по знаниям);
- Помимо вышеперечисленных базовых задач в прототипе СППР имеются следующие функции:
1. Функции управления базой знаний;
  2. Функции предварительной обработки и импорта информации из программы MS Office Word;
  3. Функции экспорта результатов в документы пакета программ MS Office Word и Excel.

Таблица 2

## Результаты сопоставлений по циклам дисциплин

Цикл	ГиСЭД	МиЕНД	ОПД	СД
Университет (страна)				
Институт имени Поля Ламбана, Бельгия, %	10%	13%	45%	32%
Университет г. Люксембурга, %	11%	13%	37%	39%
Университет Марн-ля-Валле, Франция, %	5%	37%	38%	20%
Высшая политехническая школа Лозанны, Швейцария, %	1%	35%	33%	31%
Международные образовательные стандарты в области “информатика”	8%	14%	55%	23%
УГАТУ, Россия % (стандарт 2-го поколения)	25%	31%	28%	16%
Россия (структура ООП ФГОС 3-го поколения), %	≈16%	≈23%	≈53%	

Таблица 4

## УС о перезачете дисциплин между «базовым» и «принимающим» университетами

«Базовый» университет (УГАТУ)			«Принимающий» университет (Высшая политехническая школа г. Лозанны)	
Subject	Предмет	Credits (ECTS)	Subject	Credits (ECTS)
Mathematical optimization	Методы оптимизации	4	Mathématiques discrètes	3
Data bases	Базы данных	5	Advanced databases	6
Electrotechnics	Схемотехника ЭВМ	6	Systèmes logiques I	2
Electrotechnics (project)	Схемотехника ЭВМ(к/пр)	1	Systèmes logiques II	2
Computer graphics	Компьютерная графика	4	Électronique I	4
Total:		20	Computer graphics	3
			Total:	20

Анализ решаемых задач показал целесообразность использования модульной архитектуры в разрабатываемой системе. Система имеет 3 основных

модуля, решающих основные задачи. Кроме того, есть служебные модули для реализации вспомогательного функционала.

В качестве среды для разработки была выбрана MS Visual Studio 2010, язык программирования C#. Данный выбор обуславливается тем, что позволяет разрабатывать программный продукт, соответствующий современным стандартам. А технология .NET обеспечивает гибкое и стабильное взаимодействие с базой данных.

На основе результатов анализа содержательной части образовательных программ зарубежных университетов (табл. 2) можно сделать следующий вывод: при разработке образовательных программ ограничить трудоемкость цикла Б.1 (ГиСЭД) значением нижней границы трудоемкости, отводимой на данный блок ФГОС. При этом уделить достаточно времени для изучения иностранного языка. В цикле Б.2 (МиЕНД) следует особое внимание уделить изучению информатики, математики и физики. Максимально возможное время в рамках ФГОС отвести на профессиональный цикл Б.3 (ОПД).

В таблицах 4 приведен пример поддержки принятия решений при составлении учебного соглашения между «базовым» и «принимающим» учебным заведением для принятия участия в программе «Эрасмус Мундус».

### **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

1. Концепция построения и предложенные системные модели предлагаемой СППР при управлении формированием образовательных программ на основе ФГОС, с учетом требований рынка труда и опыта ведущих университетов, в отличие от известных, основанные на методах инженерии знаний, позволяющих выявить общие и частные закономерности образовательных программ университетов разных стран, требований рынка труда, международного образовательного стандарта и их влияние на формируемую образовательную программу, позволяет автоматизировать подготовительную обработку информации о содержании и количественных характеристиках, и обеспечивает ЛПР необходимыми данными;

2. Разработанные модели представления знаний о ФГОС, МОС, ПС и ОП ведущих зарубежных университетов, основанные на семантических сетях, что позволило создать базу знаний СППР и использовать данные документальных баз;

3. Разработанные методы оценки критериев сходства элементов документальной базы и дисциплин формируемой образовательной программы и поиска сходных слов между семантически близкими понятиями, в которых используется аппарат регулярных выражений и правила их применения, что позволило эффективно обрабатывать информацию и получать оценки критериев, используемых в подходе;

4. Разработанное алгоритмическое обеспечение, реализующее предложенные методы, используемые в концепции решения задачи управления формированием образовательных программ;

5. Разработанный прототип информационной системы, реализующий предложенную концепцию к построению СППР, системные модели, модели представления знаний и алгоритмы, что позволило выявить социальный эффект от предложенной реализации концепции поддержки принятия решений при управлении разработкой образовательных программ в соответствии с ФГОС: повышение рейтинга вуза на российском и международном образовательном рынке, привлечение большего числа перспективных абитуриентов, возможность составления учебного соглашения «Learning agreement» при обмене студентами в рамках программы «Эрасмус» для повышения академической мобильности учащихся.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ**

### ***В рецензируемых журналах из списка ВАК***

1. Инструментальные средства для сопоставительного анализа образовательных программ на основе регулярных грамматик / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. В. Маркелова // Вестник УГАТУ: науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. УГАТУ. 2010. Т. 14, № 5 (40). С. 150–56.

2. Управление процессом формирования основной образовательной программы с использованием системы поддержки принятия решений / А. В. Маркелова // Науч.-техн. ведомости С.-Петербур. гос. политехн. ун-та. 2011. СПбГПУ. Т. 1, № 1 (115). С. 187–193.

3. Модели управления процессом реализации академической мобильности в вузе / О.Н. Сметанина, А.В. Маркелова, В. А. Козырева // Вестник НГУ: науч. журн. Новосиб. гос. ун-та. НГУ. 2011. Т. 9, № 2. С. 55–66.

### ***В других изданиях***

4. Анализ образовательных программ направления компьютерные технологии с помощью информационных технологий (на примере образовательных программ УГАТУ, Россия и Университета Суссекса, Англия) / М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Второй Башк.-Сакс. форум. Уфа: УГАТУ, 2007. С. 24–28. (Статья на англ. яз.).

5. Использование интеллектуальных технологий для выполнения задачи сравнительного анализа образовательных программ по подготовке специалистов по компьютерным технологиям (на примере учебных программ Российского университета и университета Суссекса) / А. В. Маркелова // Матер. 9-й межд. науч. конф. CSIT'2007. Красноусольск, Россия, 2007. Т. 3. С. 107–110. (Статья на англ. яз.).

6. Один из подходов к анализу образовательных программ университетов с применением интеллектуальных технологий / М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // 3-я Всерос. зимн. шк. аспирантов и мол. ученых, Уфа: УГАТУ. 2008. Т. 1. С. 161–167.

7. Инструменты поддержки принятия решений для сравнительного анализа образовательных программ университетов различных стран (на примере России, Швейцарии, Франции) / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Матер. 10-й межд. науч. конф. CSIT'2008.

Анталия, Турция. 2008. Т. 2. С. 252–256. (Статья на англ. яз.).

8. Разработка системы извлечения знаний из образовательных программ на базе онтологии / О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Матер. 11-й межд. науч. конф. CSIT'2009. Кипр, Греция. 2009. Т. 3. С. 172–175. (Статья на англ. яз.).

9. Анализ учебного процесса в России с точки зрения международной привлекательности (на примере МГИМО, СПбГУ и УГАТУ) / А. В. Маркелова // Мавлютовские чтения: Всерос. молодежн. научн. конф.: Уфа: УГАТУ, 2010. Т. 3. С. 168–169.

10. Информационная поддержка принятия решений для управления образовательным процессом на этапе разработки образовательных программ. Интеллектуальные системы управления: коллективная монография / под ред. акад. С. Н. Васильева. Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // М.: Машиностроение, 2010. 548 с. 2010. С. 447–454.

11. Управление образовательным процессом: проблема сравнения учебных планов / О. Н. Сметанина, А. В. Маркелова // Межд. науч. конф. : инновации в информационных технологиях – теория и практика. Дрезден, Германия, 2010. Т. 1. С. 92–96. (Статья на англ. яз.).

12. Подход к управлению образовательным процессом в университете в рамках Болонского процесса / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, А. В. Маркелова // Матер. 12-й межд. науч. конф. CSIT'2010. Москва – Санкт-Петербург. 2010. Т. 2. С. 187–192. (Статья на англ. яз.).

13. Применение международного опыта к задаче управления учебным процессом / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Межд. науч. конф. по прикл. информатике и мат. методам в экономике. Уфа: УГАТУ, 2010. С. 66–70. (Статья на англ. яз.).

14. Модели управления образовательным процессом с учетом требований рынка труда/ А. В. Маркелова, Л. Н. Ахиярова, Ю. Т. Курбанова // 6-я Всерос. зимн. шк. аспирантов и мол. ученых. Уфа: УГАТУ. 2011. Т. 2. С. 198–202.

15. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2010617429. Сравнительный анализ учебных планов / А. В. Маркелова. М: Роспатент, 2010.

Диссертант

А. В. Маркелова