

**На правах рукописи**

**СМЕТАНИНА Ольга Николаевна**

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ МАРШРУТОМ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ**

**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**  
**доктора технических наук**

**Уфа – 2012**



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность проблемы

Среди проблем, которые приходится решать современному российскому обществу, одной из важнейших является проблема подготовки квалифицированных специалистов с высшим образованием и научных кадров на уровне, соответствующем требованиям мировых стандартов, потребностям общества и личности. Важным условием повышения эффективности образовательного процесса, качества подготовки специалистов и их конкурентоспособности является внедрение инновационных программ, в том числе программ организации и развития академической мобильности для международной образовательной интеграции, способствующей сохранению и развитию инновационного потенциала России.

Основное внимание в современных исследованиях в области управления образовательным и научно-исследовательским процессами уделяется проблемам повышения качества и конкурентоспособности образования на основе соответствия международным и российским образовательным стандартам, использования современных информационных технологий для разработки учебно-методических материалов, оптимизации управления ресурсами образовательных учреждений, сближения с европейскими образовательными системами. Актуальность и перспективность данной области исследований подтверждается требованиями повышения качества подготовки специалистов в вузах на основе внедрения и развития инновационных программ образовательного процесса, ориентированных на потребителей образовательных услуг.

Разработкой образовательных программ (ОП) в рамках образовательных стандартов занимаются многие российские специалисты: В. И. Байденко, Е. В. Караваев, С. В. Коршунов, Б. А. Сазонов, Н. А. Селезнева, С. А. Семенов, Ю. Г. Татур. Вопросам сопоставимости образования, в основе которых лежит сравнительный анализ ОП, с целью принятия эффективных управленческих решений при планировании ОП посвящены работы М. Б. Гузаирова, Н. И. Юсуповой, С. В. Тархова и др.

Изучение процессов развития академической мобильности (АМ) студентов, одного из факторов, влияющих на образовательный маршрут (ОМ), отражено в работах зарубежных и российских ученых П. Блюменталь, Н. Варгхис, В. Найду, Е. И. Артамоновой, Л. А. Герасимовой, В. А. Садовниченко и др.

Образовательные траектории и ОМ, более характерные для зарубежной высшей школы, в России исследованы в области педагогики, дифференциации образования в школе С. В. Анцуповым, Т. Н. Богдановой, Е. В. Иваненко, М. Башмаковым и др.

Результаты анализа информационных ресурсов, отражающих влияние внутренней и внешней среды функционирования вуза, показывают на необходимость использования интеллектуальной информационной поддержки управления ОМ. Современные методы поддержки принятия решений с использованием интеллектуальных технологий, инженерии знаний рассмотрены в работах таких российских и зарубежных ученых, как А. Н. Борисов, В.И. Васильев,

В. П. Гладун, Б. Г. Ильясов, А. В. Мельников, В. В. Миронов, Г. С. Поспелов, Д. А. Поспелов, Э. А. Трахтенгерц, Л. Р. Черняховская, Н. Саймон, Б. Ален, Р. Бергман, М. Рихтер и др.

Процесс управления ОМ является сложным из-за множества влияющих на него факторов, задач, возникающих при управлении, а так же изменения цели с течением времени. Несмотря на большое количество работ в исследуемом направлении следует признать, что целый ряд важных и актуальных аспектов решения этой проблемы по-прежнему остается малоизученным, в том числе остаются мало исследованными вопросы управления ОМ с учетом влияния внутренних и внешних параметров функционирования вуза.

**Объект исследования** – ОМ, управление которым происходит в условиях изменения требований рынка труда, развития процессов АМ в рамках Болонского процесса, с учетом профиля направления подготовки, профессиональных образовательных потребностей обучающегося и связей с *Alumni*-ассоциациями (ААС).

**Предмет исследования** – совокупность методов и средств решения проблем управления ОМ и интеллектуальной информационной поддержки на основе слабо формализованной разнородной информации.

#### **Цель и задачи исследований**

Целью работы является решение актуальной научно-практической проблемы разработки методологических основ управления ОМ и их реализация с использованием системы поддержки принятия решений с применением интеллектуальных технологий для повышения качества образования и конкурентоспособности выпускников.

**Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:**

1. Разработать методологию *управления* ОМ с учетом сложности его для математического описания, множества выполняемых функций, влияния внешней и внутренней среды, порождающего множество вариантов ситуаций и *информационной поддержки принятия решений* при управлении ОМ, планируемым и реализуемым с учетом ключевых факторов, профиля направления подготовки, профессиональных образовательных потребностей обучающегося и связей с *Alumni*-ассоциациями на основе слабо формализованной разнородной информации.

2. Разработать модель системы управления ОМ с учетом ключевых факторов с использованием: *комплекса дискретно-событийных моделей*, включенных в систему, для обеспечения ситуационного управления, *комплекса концептуальных моделей* и использования инженерии знаний для обеспечения информационной поддержки.

3. Разработать структуру системы поддержки принятия решений при управлении ОМ с учетом ключевых факторов, элементы которой позволяют обеспечить: *ситуационное управление*, основанное на обнаружении ситуаций из заранее определенного множества и принятии управленческих решений, ассоциированных с ситуациями, *информационную поддержку принятия решений*, основанную на обработке слабо формализованной информации.

4. Разработать комплекс *системных моделей* для реализации на их основе СППР при управлении ОМ; *дискретно-событийных моделей* для обеспечения управления; *сетевых моделей* для визуализации и принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; *моделей представления знаний* для принятия решений при управлении ОМ.

5. Разработать алгоритмическое обеспечение для реализации предложенной методологии *управления* ОМ с учетом ключевых факторов, а также *информационной поддержки принятия решений* с использованием интеллектуальных технологий.

6. Разработать комплекс программных средств для реализации предложенной методологии и обеспечивающий на основе моделей и алгоритмического обеспечения *управление* ОМ, *информационную поддержку принятия решений* на основе слабо формализованной информации и поиска информации в распределенных базах данных с использованием интеллектуальных технологий.

7. Провести экспериментальные исследования эффективности показателей предложенной методологии управления ОМ и информационной поддержки принятия решений с оценкой социально-экономического эффекта, компетентностной составляющей, а также анализ оценки эффективности предложенной методологии управления ОМ и интеллектуальной информационной поддержки принятия решений с использованием разработанных программных средств.

#### **Методы исследования**

При проведении исследований использованы методы планирования, управления, искусственного интеллекта, иерархической кластеризации, семантической интеграции данных, методологии системного анализа, *PDCA*, функционального моделирования, теории ситуационного управления, моделирования сложных систем, принятия решений, иерархических систем, концептуального моделирования, теории и практики разработки интеллектуальных информационных систем, инженерии знаний, объектно-ориентированного анализа.

#### **Результаты, выносимые на защиту**

1. Методология управления образовательным маршрутом, в основу которой положены характеристики, логическая и временная структуры управленческой деятельности, отличающаяся от известных использованием результатов системного анализа документальной базы и характеристик описания проблемы управления образовательным маршрутом, моделей ситуационного управления и представления знаний, и позволяющая организовать информационную поддержку принятия решений на основе обработки слабоструктурированной информации и экспертных знаний с применением интеллектуальных технологий.

2. Интегрированная модель системы управления образовательным маршрутом, новизну которой обеспечивает интеграция комплекса иерархических сетевых моделей, системных моделей управления образовательным маршрутом и моделей представления знаний в форме продукционных правил и в форме прецедентов принятия решений в проблемных ситуациях, объединенных

концептуальной моделью поддержки принятия решений при управлении ОМ, на основе единства информационных и когнитивных элементов предметной области, что обеспечивает семантическое единство разработанных моделей и позволяет реализовать принципы ситуационного управления с учетом внешних и внутренних ключевых факторов; принципы теории иерархических систем, а также технологии инженерии знаний для обеспечения интеллектуальной информационной поддержки управленческих решений.

3. Структура системы поддержки принятия решений при управлении образовательным маршрутом, которая характеризуется взаимодействием компонентов хранения данных и знаний, модуля поиска решений, компонентов моделирования и обучения новым знаниям, на основе интеграции поиска решения с применением данных и знаний, и отличается комплексным использованием ситуационного управления на основе ИСМ с учетом ключевых факторов; обеспечения информационной поддержки принятия решений на основе интеллектуальной технологии и интеграции данных и знаний; инженерии знаний для обработки слабо формализованной информация, и применением принципов построения систем, ориентированных на обработку правил и прецедентов принятия управленческих решений.

4. Математическое обеспечение системы, представленное в отличие от известных, в виде формальных моделей комплекса иерархических сетевых моделей, встроенных в систему управления и адекватно отражающих возможные ситуации управления на основе правил принятия управленческих решений; формальных моделей представления знаний в виде семантических сетей, представляющих основные понятия, определяющие классы объектов в процессе управления ОМ и отношений между ними; сетевых моделей планирования ОМ для принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; логической модели онтологии процесса управления ОМ; математических моделей поиска решений на основе продукционных правил и прецедентов, позволяющее получать обоснованные управленческие решения.

5. Алгоритмическое обеспечение для реализации предложенной методологии управления ОМ и его интеллектуальной информационной поддержки в отличие от известного характеризуется тем, что разработанные алгоритмы: алгоритм интерпретации объектно-ориентированной ИСМ, обеспечивающий управление ОМ, планируемым и реализуемым с учетом ключевых факторов; алгоритмы для принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; алгоритм поиска решений при планировании ОМ с учетом ключевых факторов; алгоритм обеспечения сопоставительного анализа объектов по качественным признакам; алгоритм разработки учебного соглашения и корректировки ОМ; алгоритм подбора программы АМ; алгоритм формирования рейтинга студентов для участия в программе АМ в комплексе с моделями представления знаний позволяют реализовать управление ОМ с применением интеграции данных для поиска информации по распределенным БД на основе онтологии процесса управления образовательным маршрутом.

6. Комплекс программных средств реализации предложенных методологических основ управления ОМ, отличающийся функциональным обеспечением в части: *управления ОМ* – применением разработанного модуля анализа ситуации и поиска решения на основе ИСМ; *информационной поддержки принятия решений* с использованием интеллектуальных технологий – модулей поиска решений с учетом прецедентов и на основе продукций; оценки сходства объектов по качественным признакам; принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; обучения, консультирования; *поиска информации* в распределенных БД с формированием единого информационного пространства – модуля поиска информации.

7. Результаты экспериментальных исследований эффективности показателей предложенной методологии управления и информационной поддержки при управлении ОМ, которые в отличие от известных выявили: своевременность исследования в связи с увеличившимся объемом участников АМ, увеличением количества зарубежных партнеров и связанного с этим повышением разнообразия вариантов ОМ, разработкой новых ПС и переходом на ФГОС; что установление соответствия между компонентами ОМ при подготовке информатиков в российских и ведущих в данной области зарубежных вузах и результаты, проведенной кластеризации ОМ по выделенным компонентам, позволяют реализовать совместные программы с вузами, ОМ которых отнесены к одному кластеру; долю сходства ОМ при подготовке информатиков в университетах УГАТУ (Россия) и КИТ (Германия) для оценки возможности реализации совместных программ равной 75%; спланированные ОМ успешно прошли апробацию в рамках программ АМ *Erasmus Mundus*, *Georgius Agricola*.

Проведены экспериментальные исследования по оценке эффективности использования интеллектуальной информационной поддержки управления ОМ с применением программной реализации предложенной методологии, которые показывают различную степень повышения эффективности во времени от 1,5-2 раз при консультировании обучающихся до 10-20 раз при контроле реализации ОМ.

Достоверность полученных научных результатов обусловлена тем, что они обобщают опыт в области анализа образовательных процессов и академической мобильности, а также подтверждается корректностью использования методов разработки систем поддержки принятия решений, и, кроме того, сопоставлением результатов моделирования с реальными образовательными процессами, включая программы академической мобильности.

### **Научная новизна результатов**

1. Разработанная методология управления образовательным маршрутом, в основу которой положены характеристики, логическая и временная структуры управленческой деятельности, отличающаяся от известных использованием результатов системного анализа документальной базы и характеристик описания проблемы управления образовательным маршрутом, моделей ситуационного управления и представления знаний, позволяет организовать информационную поддержку принятия решений на основе обработки слабо-

структурированной информации и экспертных знаний с применением интеллектуальных технологий.

Достоверность предложенных методологических основ принятия решений при управлении образовательным маршрутом основана на положениях теории системного анализа, а также на моделях и методах теории искусственного интеллекта. Сформулированные методологические основы позволяют развивать исследования в области интеллектуальных систем поддержки принятия решений для повышения эффективности управления образовательными системами.

2. Разработана интегрированная модель системы управления образовательным маршрутом, новизну которой обеспечивает интеграция комплекса иерархических сетевых моделей, системных моделей управления образовательным маршрутом и моделей представления знаний в форме продукционных правил и в форме прецедентов принятия решений в проблемных ситуациях, объединенных концептуальной моделью поддержки принятия решений при управлении ОМ, на основе единства информационных и когнитивных элементов предметной области, что обеспечивает семантическое единство разработанных моделей и позволяет реализовать принципы ситуационного управления с учетом внешних и внутренних ключевых факторов; принципы теории иерархических систем, а также технологии инженерии знаний для обеспечения интеллектуальной информационной поддержки управленческих решений.

Достоверность разработанной интегрированной модели обеспечивается тем, что базируется на принципах разработки и интеграции моделей представления знаний, и позволяет учесть ключевые факторы управления образовательным маршрутом, профили направления подготовки, профессиональные образовательные потребности обучающихся и связи с *Alumni*-ассоциациями, обеспечивающие ситуационное управление образовательным маршрутом.

3. Разработанная структура системы поддержки принятия решений при управлении образовательным маршрутом, которая характеризуется взаимодействием компонентов хранения данных и знаний, модуля поиска решений, компонентов моделирования и обучения новым знаниям, на основе интеграции поиска решения с применением данных и знаний, и отличается комплексным использованием ситуационного управления на основе ИСМ с учетом ключевых факторов; обеспечения информационной поддержки принятия решений на основе интеллектуальной технологии и интеграции данных и знаний; инженерии знаний для обработки слабо формализованной информация, и применением принципов построения систем, ориентированных на обработку правил и прецедентов принятия управленческих решений.

4. Разработанное математическое обеспечение системы, представлено в отличие от известных, в виде формальных моделей комплекса иерархических сетевых моделей, встроенных в систему управления и адекватно отражающих возможные ситуации управления на основе правил принятия управленческих решений; формальных моделей представления знаний в виде семантических сетей, представляющих основные понятия, определяющие классы объектов в процессе управления ОМ и отношений между ними; сетевых моделей планиро-

вания ОМ для принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; логической модели онтологии процесса управления ОМ; математических моделей поиска решений на основе продукционных правил и прецедентов, позволяющее получать обоснованные управленческие решения.

5. Разработанное алгоритмическое обеспечение для реализации предложенной методологии управления ОМ и его интеллектуальной информационной поддержки в отличие от известного характеризуется тем, что разработанные алгоритмы: алгоритм интерпретации объектно-ориентированной ИСМ, обеспечивающий управление ОМ, планируемым и реализуемым с учетом ключевых факторов; алгоритмы для принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; алгоритм поиска решений при планировании ОМ с учетом ключевых факторов; алгоритм обеспечения сопоставительного анализа объектов по качественным признакам; алгоритм разработки учебного соглашения и корректировки ОМ; алгоритм подбора программы АМ; алгоритм формирования рейтинга студентов для участия в программе АМ; в комплексе с моделями представления знаний позволяют реализовать управление ОМ с применением интеграции данных для поиска информации по распределенным БД на основе онтологии процесса управления образовательным маршрутом.

6. Комплекс программных средств реализации предложенных методологических основ управления ОМ, отличающийся функциональным обеспечением в части: *управления ОМ* – применением разработанного модуля анализа ситуации и поиска решения на основе ИСМ; *информационной поддержки принятия решений* с использованием интеллектуальных технологий – модулей поиска решений с учетом прецедентов и на основе продукций; оценки сходства объектов по качественным признакам; принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; обучения, консультирования; *поиска информации* в распределенных БД с формированием единого информационного пространства – модуля поиска информации.

7. Результаты экспериментальных исследований эффективности показателей предложенной методологии управления и информационной поддержки при управлении ОМ, которые в отличие от известных выявили: своевременность исследования в связи с увеличившимся объемом участников АМ, увеличением количества зарубежных партнеров и связанного с этим повышением разнообразия вариантов ОМ, разработкой новых ПС и переходом на ФГОС; что установление соответствия между компонентами ОМ при подготовке информатиков в российских и ведущих в данной области зарубежных вузах и результаты, проведенной кластеризации ОМ по выделенным компонентам, позволяют реализовать совместные программы с вузами, ОМ которых отнесены к одному кластеру; долю сходства ОМ при подготовке информатиков в университетах УГАТУ (Россия) и КИТ (Германия) для оценки возможности реализации совместных программ равной 75%; спланированные ОМ успешно прошли апробацию в рамках программ АМ *Erasmus Mundus, Georgius Agricola*.

Проведенные экспериментальные исследования по оценке эффективности использования интеллектуальной информационной поддержки управления ОМ с применением программной реализации предложенной методологии показывают различную степень повышения эффективности во времени от 1,5-2 раз при консультировании обучающихся до 10-20 раз при контроле реализации ОМ.

### **Практическая ценность и внедрение результатов**

Практическую ценность диссертационного исследования представляют разработанные методологические основы управления ОМ и интеллектуальной информационной поддержки, которые позволяют учитывать ключевые факторы, профиль направления подготовки, профессиональные образовательные потребности обучающегося и связи с *Alumni*-ассоциацией на основе слабо формализованной информации, а также извлекать и структурировать знания для дальнейшего использования их в интеллектуальном модуле системы управления.

Программная реализация интеллектуальной информационной поддержки решений по управлению ОМ, обеспечивающая анализ ситуации и поиск решения на основе ИСМ, формирование и оценку альтернатив, оценку сходства объектов по качественным признакам, формирование единого информационного пространства для обеспечения поиска информации в распределенных базах данных и знаний.

Результаты оценки эффективности использования интеллектуальной информационной поддержки управления ОМ с применением СППР и без ее применения, которые показывают различную степень повышения эффективности во времени в первом случае от 1,5-2 раз при консультировании обучающихся до 10-20 раз при контроле реализации ОМ.

Разработанные ОМ с учетом требований рынка труда и развития процессов АМ (представленные учебным соглашением), позволяющие обеспечить обучающемуся возможность получения конкурентоспособного образования (учет требований рынка труда), успешной процедуры признания результатов, отраженных в сертификатах, улучшении языковой подготовки участников, развитии связей между университетами, создании положительного образа УГАТУ у зарубежных партнеров, развитием *Alumni*-ассоциации вуза (участие в программах АМ).

Результаты экспериментальных исследований по сопоставлению ОМ при подготовке информатиков в российских и ведущих в данной области зарубежных вузах.

Результаты анализа схожести ОП университетов УГАТУ (Россия) и КИТ (Германия), необходимые при организации сотрудничества между университетами, организации программ двойных дипломов, организации долгосрочной АМ студентов.

### **Апробация работы и публикации**

Основные положения и результаты диссертационной работы регулярно докладывались и обсуждались на конференциях, наиболее значимые из которых: II, IV, V международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах» (Россия, Самара, 2000, 2002-2003); II Всероссий-

ская научно-техническая конференция с международным участием «Мехатроника, автоматизация, управление» МАУ'2005 (Россия, Уфа, 2005); VI, VII, VIII, IX, X, XI, XIII Международные конференции «Компьютерные науки и информационные технологии» (2004-2009, 2011 гг.); I Российско-немецкий семинар «Инновационные информационные технологии: теория и практика», Россия, Уфа, 2009; III Российско-немецкий семинар «Инновационные информационные технологии: теория и практика», Россия, Уфа, 2011.

**Связь исследований с научными программами.** Исследования в данном направлении выполнялись в период с 2003 по 2012 гг. на кафедре вычислительной математики и кибернетики УГАТУ в рамках: НИР «Исследование проблем развития, управления, контроля и моделирования в сложных системах» в 2003–2005 гг., «Исследование и разработка интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и управления на основе инженерии знаний» в 2006–2008 гг., «Разработка технического задания на создание модельно-программного комплекса для расчета базовых показателей оценки эффективности использования государственных средств в социальной сфере (на примере Республики Башкортостан)» 2006 г., «Интеллектуальная информационная система для обработки данных для повышения эффективности прогнозирования показателей экономических систем» 2006 г., «Модели и алгоритмы обработки данных и знаний для повышения эффективности прогнозирования показателей сложных экономических систем» 2006 г., «Интеллектуальная информационная система для обработки данных для контроля и прогнозирования показателей экономических систем» 2006 г., «Проблемы принятия управленческих решений в бюджетной сфере на уровне субъектов Российской Федерации в условиях неопределенности сценарных условий развития» 2007 г., «Разработка стратегических направлений развития социальной инфраструктуры промышленных предприятий Республики Башкортостан» 2009 г., «Исследование интеллектуальных технологий поддержки принятия решений и управления для сложных социально-экономических объектов» в 2009-2011 гг., грантов «Распределенная интеллектуальная система поддержки принятия решений при выполнении проектов фундаментальных исследований сложных систем» в 2009-2011 гг..

### **Публикации**

Основные результаты диссертационной работы отражены в 68 работах, все по теме диссертации, в том числе в 14 статьях, опубликованных в рецензируемых центральных журналах, входящих в список ВАК, 8 монографиях и препринтах и 5 свидетельствах об официальной регистрации программ для ЭВМ.

### **Структура и объем работы**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 306 наименований, изложенных на 403 страницах машинописного текста, содержит 96 рисунков и 49 таблиц. Объем приложений составляет 43 страницы.

### **Благодарности**

Автор выражает глубокую благодарность и признательность заслуженному деятелю науки и техники РБ, декану факультета информатики и робототехники, заведующему кафедрой вычислительной математики и кибернетики, про-

фессору, доктору технических наук Н. И. Юсуповой за неиссякаемую энергию и активную деятельность в передаче системных знаний и идей управления социально-экономическими системами, в рамках которых и выполнена данная работа, основанная на совместно проводимых в течение многих лет исследованиях, а также за всестороннюю помощь и поддержку при подготовке диссертации к защите.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность проблемы методологических основ управления ОМ с учетом изменения требований рынка труда, законодательства, развития процессов АМ, с учетом связей с *Alumni*-ассоциациями, и использования интеллектуальной информационной поддержки; формулируются цель и задачи работы; представлены положения, выносимые на защиту; изложены краткая характеристика и сведения об апробации работы.

**Первая глава** посвящена системному анализу информационных источников и ресурсов, определяющих специфику проблемы принятия решений в области управления ОМ с целью выделения внутренних и внешних ключевых факторов, а также вопросам извлечения и структурирования знаний о классах объектов рассматриваемой предметной области и их взаимодействии для последующего представления в интеллектуальной части системы управления.

Рассматривается понятие ОМ и его описание:  $M = \{M_1, M_2, \dots, M_r\}$ , где  $r$  – число периодов обучения,  $M_i = \{d_{ik_i}, t_i, \tau_{ik_i}, Pr_i\}$  – ОМ в периоде обучения  $i$ ,  $k_i$  – число дисциплин в периоде обучения  $i$ ,  $d_{ik_i}$  – дисциплина  $k_i$  периода обучения  $i$ ,  $t_i$  – начало периода обучения,  $\tau_{ik_i}$  – время, отводимое на изучение дисциплины  $d_{ik_i}$ ,  $Pr_i$  – практика в периоде обучения  $i$ ,  $d_j \rightarrow d_i$ , при этом  $i < j$ .

Выявлены особенности управления ОМ. Определено, что принятие решения о выборе ОМ сводится к оценке и выбору одной из возможных альтернатив или одного из прецедентов.

В исследовании предлагается использовать дополнительный информационный ресурс, предоставляемый *Alumni*-ассоциацией организации. С этой целью проведен анализ задач ААС, связанных с образованием: оказание содействия членам ААС в повышении их профессиональной квалификации на всех этапах образовательного цикла; оказание помощи членам ААС в установлении и поддержании контактов со всеми заинтересованными лицами и др. Описываются роли ААС при реализации ОМ, и обосновывается необходимость поддержки ААС.

Приводятся результаты анализа ПС в ИТ области, квалификационных требований для бакалавров, специалистов и магистрантов. Ввиду динамичности и инновационности сферы ИТ обосновывается необходимость дополнительного проведения анализа требований рынка труда, постоянного обновления учебных программ и содержания по ИТ-дисциплинам, что соответственно влечет необходимость корректировки ОМ. Описывается методика использования результатов анализа ПС в области ИТ для разработки ОМ.

Сделан вывод о том, что при планировании ОМ могут быть добавлены дисциплины по выбору вариативной части; факультативные дисциплины в рамках образовательного стандарта; дисциплины для изучения в принимающем вузе при участии в программах АМ с учетом профессиональных образовательных потребностей обучающегося.

Рассматриваются ФГОС направлений подготовки в ИТ-сфере с целью определения возможностей и ограничений при планировании ОМ. Приведенные результаты анализа Международного образовательного стандарта (МОС) Computing являются рекомендациями в части набора модулей (дисциплин) и их глубины преподавания в вузах. Динамичное развитие ИТ-области влечет за собой проведение анализа не только стандартов, но и перспективных направлений ИТ. Анализ изменений перспективных направлений позволяет скорректировать ОМ. Результаты анализа программ АМ показывают, что в качестве основных аспектов программ АМ определены субъекты, виды, начало периода участия в программе, профессиональные области знаний, продолжительность программ.

На основе анализа информационных потоков при управлении ОМ с учетом перечисленных факторов определены их общие свойства: неоднородность информационных ресурсов и распределенность их источников, большой объем слабоструктурированной информации.

Процесс принятия решения при планировании ОМ характеризуется использованием слабо формализованной информации и необходимостью учета мнений экспертов, основан на поиске прецедентов, методах логического вывода. Важными компонентами поддержки принятия решения являются обобщающий анализ и ситуационное управление. Средствами поддержки принятия решений выступают поиск необходимых данных в базе данных, знаний в базе знаний; моделирование правил; извлечение данных из разнородных источников. Ситуационные модели выступают как звено процесса принятия решений, позволяют исследовать сложные процессы в динамике.

Для слабоструктурированной информации предложено использовать следующие формы и методы исследования: поиск ассоциаций, связанных с привязкой к какому-либо событию; обнаружение последовательностей событий во времени; выявление скрытых закономерностей по наборам данных, путем выявления причинно-следственных связей; оценка важности параметра на развитие ситуации; классифицирование, осуществляемое путем поиска критериев, по которым можно отнести объект к той или иной категории. При неоднородности информационных ресурсов используется объектно-ориентированный подход.

Анализ известных исследований показал, что вопросы управления ОМ с учетом влияния основных внутренних и внешних параметров функционирования вуза остаются мало исследованными.

Результаты анализа известных информационных систем в области управления образовательным процессом позволяют сделать вывод о том, что рассматриваемые системы не поддерживают аналитических решений.

Сформулированы цели и задачи исследования.

**Вторая глава** посвящена разработке методологии управления ОМ, в основу, которой, положены характеристики, логическая и временная структуры управленческой деятельности, и информационной поддержке при управлении ОМ на основе слабо формализованной информации.

На основе системного анализа определены структурные компоненты системы управления ОМ: «ресурс» – ОП подготовки по конкретному направлению и абитуриент (обучающийся); объект управления – ОМ и субъект – обучающийся; «конечный продукт» – выпускник, обучение которого проходило по ОМ; внешняя среда – рынок труда и образовательных услуг; потребитель – выпускник, организации (рынки труда и образовательный); управляющие факторы – нормативно-правовое обеспечение ОМ.

Приводится формализованное представление ОМ  $M^* = M \times C \times O$ ,  $C^* = C \times T$ ,  $T^* = T \times IO$  с учетом критерия максимального сходства информационного объекта ( $IO$ ), отражающего требования ( $T$ ) потребителей образовательных услуг, и целей ( $C$ ) с ОМ  $\max(IO \cap M) \cap O$  в пределах ограничений ( $O$ ), представленных нормативными документами. Рассмотрено множество информационных объектов  $IO = \{IO_{nc}, IO_{moc}, IO_{npOM}, IO_{фгос}, IO_{ao}, IO_3\}$ , положенных в основу формирования знаний в рассматриваемой области, где  $IO_{nc}$  – множество ПС,  $IO_{moc}$  – множество МОС,  $IO_{npAM}$  – множество программ АМ,  $IO_{on}$  – множество ОП,  $IO_{фгос}$  – множество ФГОС в области ИТ,  $IO_{ao}$  – множество аналитических отчетов,  $IO_3$  – законодательство.

В качестве одного из показателей критерия эффективности в системе определен процент выпускников, реализовавших обучение по спланированному ОМ и востребованных на рынке труда или образовательных услуг.

Проводится анализ институционального, мотивационного и информационного методов управления ОМ.

Институциональное управление связано с ограничениями, накладываемыми  $IO_{фгос}$ ,  $IO_{npAM}$ ,  $IO_3$  в сфере высшего образования и пр.

Наиболее важным методом в такой системе управления выделяется информационное управление, позволяющее корректировать ОМ, разработанные с учетом  $IO_{nc}$ ,  $IO_{moc}$  в рамках  $IO_{фгос}$ .

Консультирование обучающихся относительно изменений требований рынка труда, законодательства, стандартов, перспективных направлений в ИТ-сфере, развития процессов АМ может способствовать формированию профессиональных образовательных потребностей обучающегося  $T_{noo}$  и выбору ОМ, исходя из его предпочтений, обуславливая этим мотивационное управление.

Показано, что применение ситуационного подхода к управлению ОМ основано на использовании дискретных моделей развития ситуаций. Когда заранее составленная ситуационная модель «встраивается» в систему управления, а само ситуационное управление реализуется путем интерпретации ситуационной модели на основе контроля ее текущего состояния. В этом случае ситуационная модель используется в базе моделей системы управления, а само ситуационное управление может рассматриваться как интеллектуальное. Рассматриваются иерархические ситуационные модели (ИСМ) как класс дискретных событийных моделей, ориентированных на ситуационное управление.

С использованием методологии *PDCA* определены этапы планирования, корректировки ОМ, а также контроль реализации ОМ как процесс обеспечения того, что цели управления действительно достигаются.

Приводятся разработанные сетевые модели, в качестве основной формы представления информации для управления комплексом работ в ходе реализации ОМ с учетом перегрузки в следующем периоде обучения (рис. 1), на основе совокупности методов анализа, планирования и управления.

На начальном этапе, при поступлении обучающегося в вуз, ОМ представляет собой полный образовательный маршрут обучения в группе, в основу которого положена ОП. Обобщенный ОМ может быть представлен композицией всех возможных полных ОМ с учетом  $T_{ноо}$ .

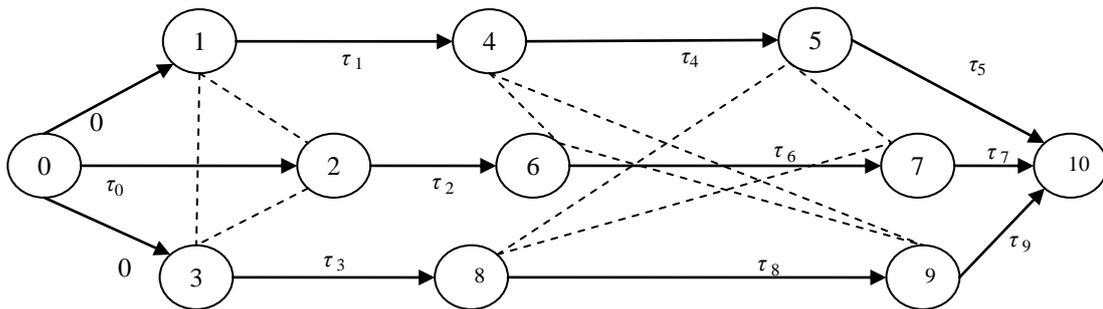


Рисунок 1 – Фрагмент сетевой модели для представления информации при управлении комплексом работ в ходе реализации ОМ с учетом перегрузки в следующем периоде обучения ( $\tau_i$  – продолжительность выполнения работы)

Результаты моделирования, базирующиеся на принципах разработки и интеграции моделей представления знаний, позволяют учесть ключевые факторы управления ОМ (рис. 2), профили направления подготовки,  $T_{ноо}$ , связи с *Alumni*-ассоциациями, обеспечить ситуационное управление ОМ, использованы в системе управления ОМ.

В исследовании в качестве входного воздействия в системе с добавочными информационными каналами выступают:  $IO_{нс}$ ,  $IO_{мос}$ ,  $IO_{фгос}$ ,  $IO_з$ ,  $IO_{он}$ ; уточняющая информация  $I_{aac}$  *Alumni*-ассоциации (рис. 3). При планировании и корректировке ОМ используются данные об обучающемся  $I_{об}$  и  $T_{ноо}$ .

Для поддержки принятия решений на основе слабо формализованной информации в систему управления включена интеллектуальная часть с участием инженера по знаниям и эксперта. Блок управления формирует управляющие воздействия в виде плана ОМ (учебное соглашение, индивидуальный учебный план, расписание) на предстоящий период обучения.

На основе ситуационного анализа определены полное множество ситуаций, классы ситуаций и управляющие воздействия. В рассматриваемой системе с каждой ситуацией связываются определенные управляющие решения в виде управляющих воздействий, переключения стратегии управления, выдачи сообщений персоналу и т.д. Предложенная модель ситуационного управления ОМ включает контуры реализации для исполнения одной из возможных стратегий и выбора стратегии для достижения тех или иных целей при реализации ОМ.



ИСМ и интеллектуальную информационную поддержку персонала деканата, международного отдела, кафедры.

Предложено для анализа и выработки альтернатив в СППР использовать информационный поиск и поиск знаний в базах знаний (БЗ) для обеспечения консультаций, генерирование альтернативных решений на основе прецедентов и правил логического вывода, метаэвристические алгоритмы, ситуационный и экспертный анализ.

В структуру СППР введена база иерархических ситуационных моделей (ИСМ), представляющих собой сеть из объектов четырех классов, текущее состояние модели (рис. 4) контролируется интерпретатором на основе значений предикатов переходов ситуаций, и представляет собой совокупность вложенных текущих ситуаций различных уровней иерархии.

Внутренняя структура интерпретатора ИСМ, иначе *модуля анализа ситуации и поиска решения на основе ИСМ*, включает следующие объекты: набор действий интерпретации, представляющих собой операции интерпретатора; набор предикатов интерпретации, принимающих значения «Истина» или «Ложь» при выполнении определенных условий в процессе интерпретации; набор правил интерпретации, определяющих выполнение действий в зависимости от значений предикатов интерпретации; среду интерпретации, используемую интерпретатором для рекурсивной обработки модели, включающую набор указателей обрабатываемых объектов, флагов, стековую память.

Процесс последовательного анализа запускается в интерпретаторе, когда соответствующий переход ситуации включается в состав текущей многошаговой гипотезы. Он состоит в вычислении на каждом цикле интерпретации достаточной статистики  $\lambda$  обнаруживаемого события:  $\lambda_t = f(\lambda_{t-1}, X_t)$ , где  $\lambda_t$  и  $\lambda_{t-1}$  – значение статистики на текущем и предыдущем шагах последовательного анализа;  $X_t$  – вектор текущих параметров, характеризующих обнаруживаемое событие;  $f(\bullet)$  – функция пошагового накопления статистики. Второй процесс выполняется один или несколько раз за цикл интерпретации, когда интерпретатору необходимо получить значение трехзначного предиката. Он состоит в сравнении накопленной статистики с пороговыми уровнями и формировании ответа: 1, если статистика превышает верхний пороговый уровень, 0, если меньше нижнего порога, и  $\frac{1}{2}$ , если статистика находится между верхним и нижним порогами.

Использование объектно-ориентированного подхода при построении модели предполагает инкапсуляцию в объектах модели соответствующих свойств и методов. Свойства объекта представлены в виде соответствующих структур данных. Объекты, составляющие модель (ситуации – *Root* и *State*, переходы – *Jump*, погружения – *Dive*, акции – *Action*), имеют две разновидности: исходные (*HiPSourse*) и текущие (*HiPCur*). Исходная модель составляется заранее разработчиком системы ситуационного управления, а текущая строится и постоянно корректируется в процессе ситуационного управления интерпретатором с использованием трех методов *Hip.Ini* (инициализация текущего состояния моде-

ли), *HiP.Proc* (цикл интерпретации модели), *HiP.DeIni* (деинициализация текущего состояния).

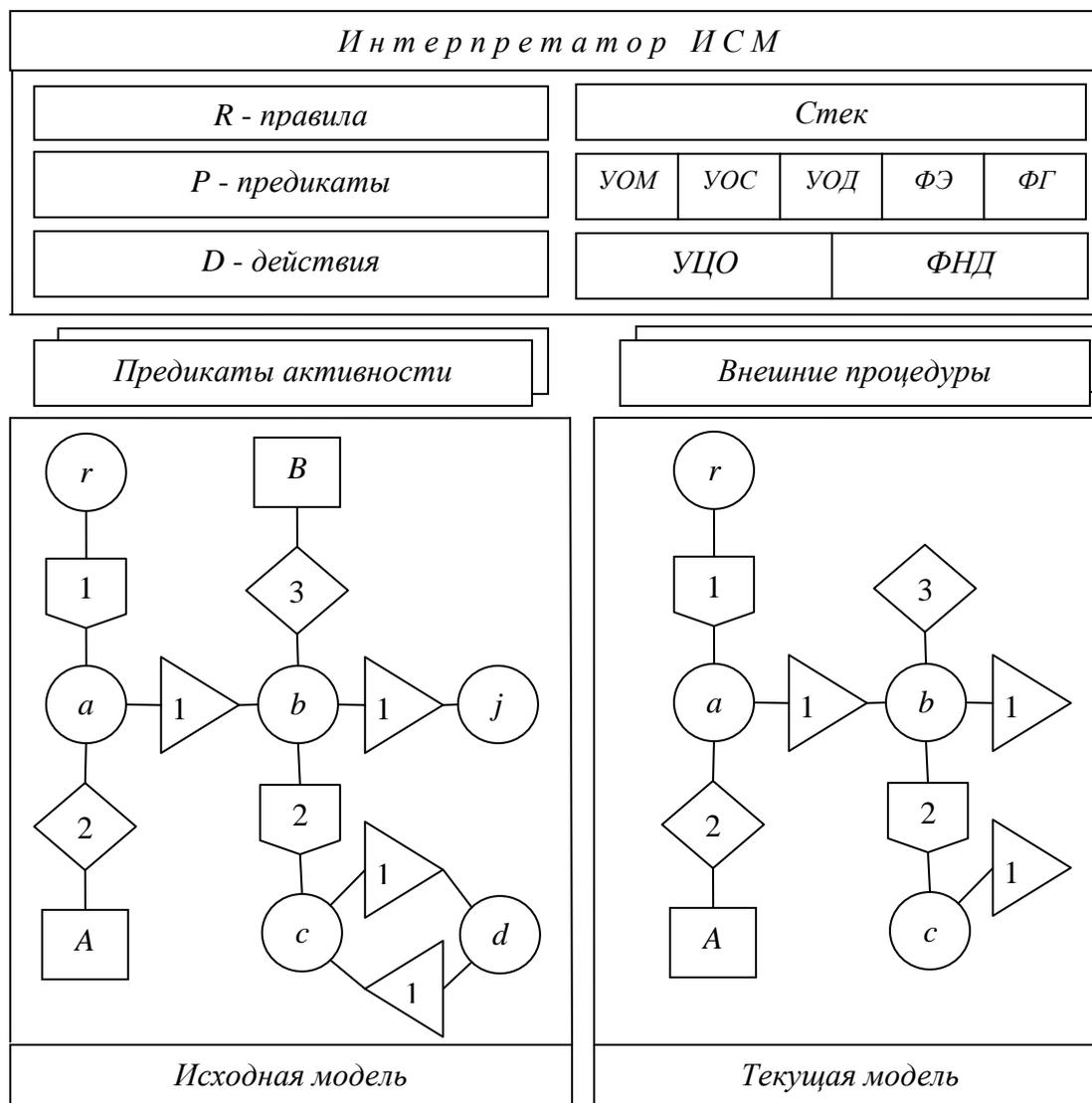


Рисунок 4 – Состав структуры объектно-ориентированной ИСМ

Для всего ассортимента классов объектов разработан состав их атрибутов и указателей, служащих для связи объектов в единую модель. Конкретная ситуационная модель строится из экземпляров объектов соответствующих классов. Экземпляры объектов текущего состояния размещаются интерпретатором в динамической памяти текущего состояния. Взаимосвязь модели с внешним миром реализована с помощью объектов-акций, осуществляющих вызов внешних процедур, которые, в свою очередь, могут выдавать команды управления, переключать стратегии управления, выполнять другие команды управления, выполнять другие виды управленческих решений.

Для проведения предварительной обработки, полученной из внешних источников, информации с целью единообразия формы представления предназначен *модуль преобразования информации*; для хранения необходимой информа-

ции – *база данных*; для хранения знаний, полученных путем структурирования и интегрирования информации инженером по знаниям – *база знаний*, для внесения новых знаний – *модуль пополнения знаний*. *База моделей* (БМ) представлена ИСМ. База знаний описана совокупностью сред, хранящих знания различных типов: база правил, база прецедентов.

Взаимодействие с пользователем обеспечивается соответствующим блоком, содержащим *модули объяснений* и *пользовательский интерфейс*.

*Модуль поиска решений* с учетом формирования альтернатив на основе продукций, определением целей и критериев  $q=(q_1, q_2, \dots, q_n)$ , осуществляет поиск возможных альтернатив  $Y$  (множество альтернатив); сопоставление вариантов и выбор окончательного решения. Общее для критериев правило:  $Y^* = \text{extremum} (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n)$ , где  $Y^*$  – искомый вариант решений;  $\beta_i$  – коэффициент важности (полезности)  $i$ -го решения. *Модуль поиска решения* с учетом прецедентов включает машину вывода, которая осуществляет поиск прецедентов по количественным и качественным признакам в сформированной предварительно базе знаний (базе прецедентов) на основе правдоподобного вывода. В качестве искомого варианта решения выступает наиболее близкий прецедент.

Предлагаемая СППР относится к классу гибридных, обеспечивая функциональность экспертных, расчетно-логических и информационно-поисковых систем. Разработанный комплекс концептуальных моделей, используемых для поддержки управления ОМ, позволяет разработать структуры подсистем СППР. Таким образом, СППР при управлении ОМ с учетом ключевых факторов и задач включает три подсистемы: с учетом стандартов, требований рынка труда и развития процессов АМ. В каждой из подсистем учитываются также изменения законодательства и связи с *Alumni*-ассоциациями, выраженные в дополнительной информационной поддержке. Приводится описание каждой подсистемы.

Структура подсистемы поддержки принятия решений при управлении ОМ с учетом развития процессов АМ включает дополнительно к перечисленным следующие модули: *консультирования по выбору программы АМ; выбору принимающего вуза; разработке ОМ* (как реализация ОМ в виде учебного соглашения); *ранжирование претендентов на участие в программах АМ* в соответствии с их итоговыми экспертными оценками.

*Модуль поиска информации* на основе процесса идентификации объектов с учетом заданных пользовательских ограничений и вывода наиболее релевантных объектов экземпляров ограничениям пользовательского запроса посредством способности языка описания онтологий *OWL*. Данный модуль обеспечивает поиск информации в распределенных базах данных с целью получения обобщенной информации.

**В четвертой главе представлена** разработанная интегрированная модель системы управления ОМ, также рассмотрены алгоритмическое обеспечение и программные средства реализации предложенной методологии.

Рассматриваются системные модели (рис. 5), разработанные на основе концепций методологии функционального моделирования, по результатам анализа информационных ресурсов, обеспечивающих учет ключевых факторов,

задач и особенностей управления ОМ, с выявлением первичных структур данных и дальнейшим их преобразованием в сущности *ER*-моделей. Разработанные информационные модели приложений представлены схемами БД.

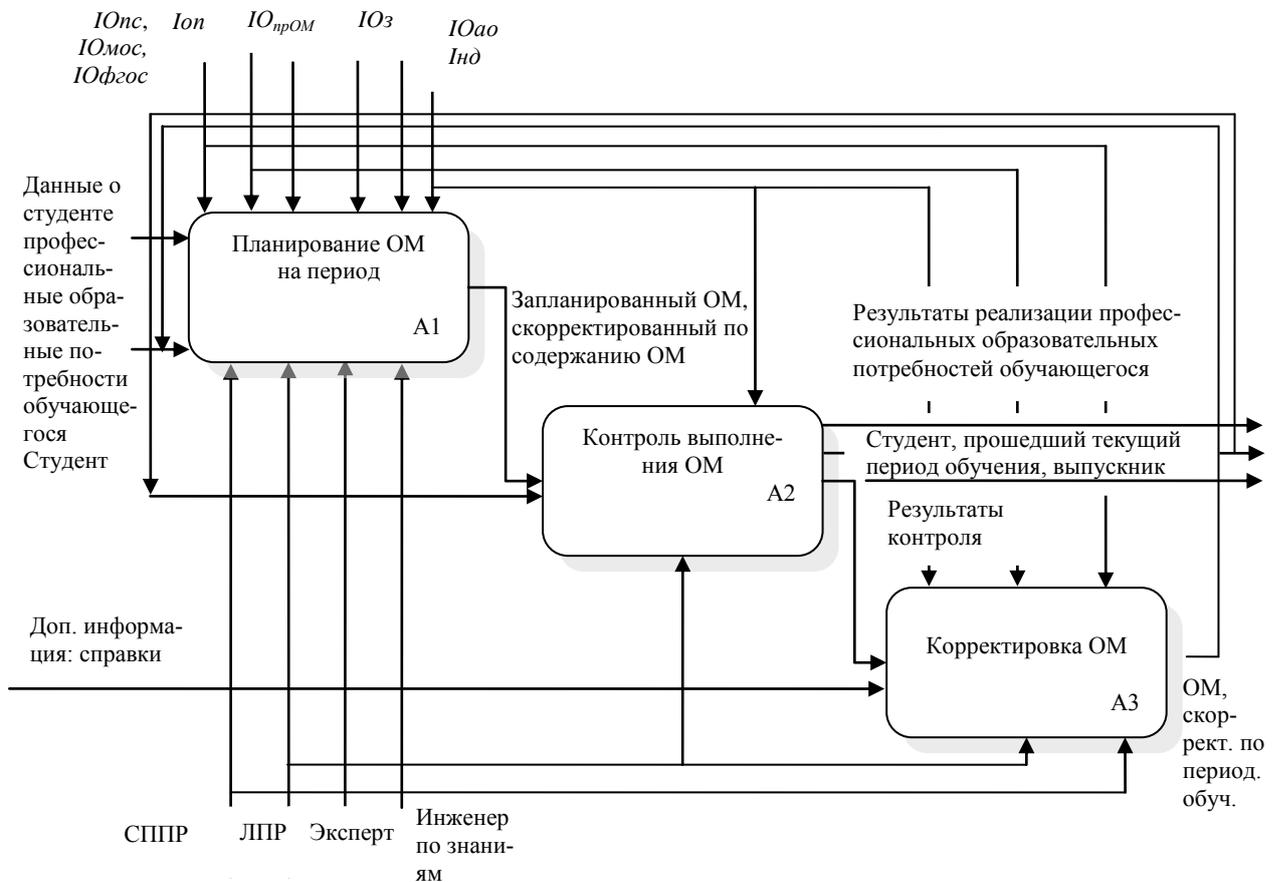


Рисунок 5 – Функциональная модель управления ОМ

Предложенная иерархическая модель межситуационного взаимодействия позволяет исследовать два процесса: контроль реализации ОМ (симулятор) и управление ОМ (контроллер). Верхний уровень модели представлен главной ситуацией, соответствующей процессу контроля реализации ОМ обучающегося в текущем периоде, и финальной, обеспечивающей завершение контроля и принятие соответствующего решения. Модели симулятора и контроллера сами являются внутренними подмоделями главной ситуации. Проверка текущего состояния модели определена последовательностью  $l_i \rightarrow (m_j \rightarrow (\dots n) \dots)$ , где  $l_i$  – погружение из некоторой ситуации  $l$  в подмодель, в которой  $m$  является текущей ситуацией;  $m_j$  – погружение из ситуации  $m$  в подмодель следующего уровня, в которой проверяется некоторая текущая ситуация;  $n$  – последняя ситуация в иерархической цепочке проверяемых текущих ситуаций.

Предложен алгоритм интерпретации ИСМ, реализованный с использованием метода *Hip.Proc*. *Hip.Proc* представляет собой рекурсивную процедуру, которой при вызове передаются четыре параметра:  $pV$  – указатель обрабатываемого состояния, указывающий на объект в памяти текущего состояния (ПТС), с которого необходимо начать обработку в данном вызове;  $bE$  – признак

эпилогового режима обработки (режима, предшествующего смене текущего состояния);  $bH$  – признак гипотезы (режима обработки гипотетических текущих состояний);  $bA$  – признак перемещения текущего объекта состояния в ПТС, означающий обработку объекта, только что сформированного в динамической памяти, в отличие от объектов, сформированных на предыдущих циклах интерпретации. Передача фактических параметров при вызове процедуры осуществляется по «значениям», т.е. при вызове процедуры передаются копии значений фактических параметров.

Алгоритм интерпретации *Hip.Proc* обеспечивает рекурсивную обработку дерева текущего состояния модели, в процессе которой производится запуск процедур-акций, связанных с текущим состоянием, а также корректировка самой модели по результатам контроля активности дуг перехода. При каждом рекурсивном вызове *Hip.Proc* среде обработки передаются значения параметров вызова (в том числе указатель на обрабатываемое текущее состояние) и начальные значения локальным переменным. После этого для обрабатываемой текущей вершины отыскивается его первое действие. Далее следует циклическая обработка всех действий, начиная с первого, входящих в состав обрабатываемой текущей вершины. По завершении обработки очередного действия «акция», «погружение» или «неактивный переход» происходит переход к обработке следующего действия, а в процессе обработки активного перехода происходит смена текущего состояния и переход к обработке первого действия новой обрабатываемой текущей вершины. После обработки последнего действия обрабатываемой вершины происходит завершение данного рекурсивного вызова с освобождением динамической памяти обрабатываемой вершины.

Для оценки сроков выполнения индивидуальной траектории при планировании ОМ с учетом перегрузки в следующем периоде обучения предложен метод  $EA(SB)$ , представленный комбинацией эволюционного алгоритма ( $EA$ ), алгоритма *Shifting Bottleneck* ( $SB$ ), используемого в свою очередь для расчета очередного значения оценочной функции генетического алгоритма ( $GA$ ). Результат, полученный генетическим алгоритмом (минимальное значение оценочной функции), соответствует найденному расписанию.

Представление знаний о принятии решений при планировании ОМ обеспечивается использованием семантических сетей, моделей представления знаний в форме продукционных правил и в форме прецедентов принятия решений в проблемных ситуациях.

Базовым функциональным элементом семантической сети  $G(O, R)$  выступает структура, представленная компонентами вершин  $o_i \in O$  (объектов (понятий) предметной области) и дуг  $r_j \in R$  (отношений между ними),  $O \neq \emptyset$ ,  $R = \emptyset$ . На основе проведенного анализа программ АМ построена семантическая сеть (рис. 6), основанная на концепциях иерархии типов, разбиения, семантического расстояния. Данная семантическая сеть предусматривает такие категории вершин: концепты, характеристики, значения.

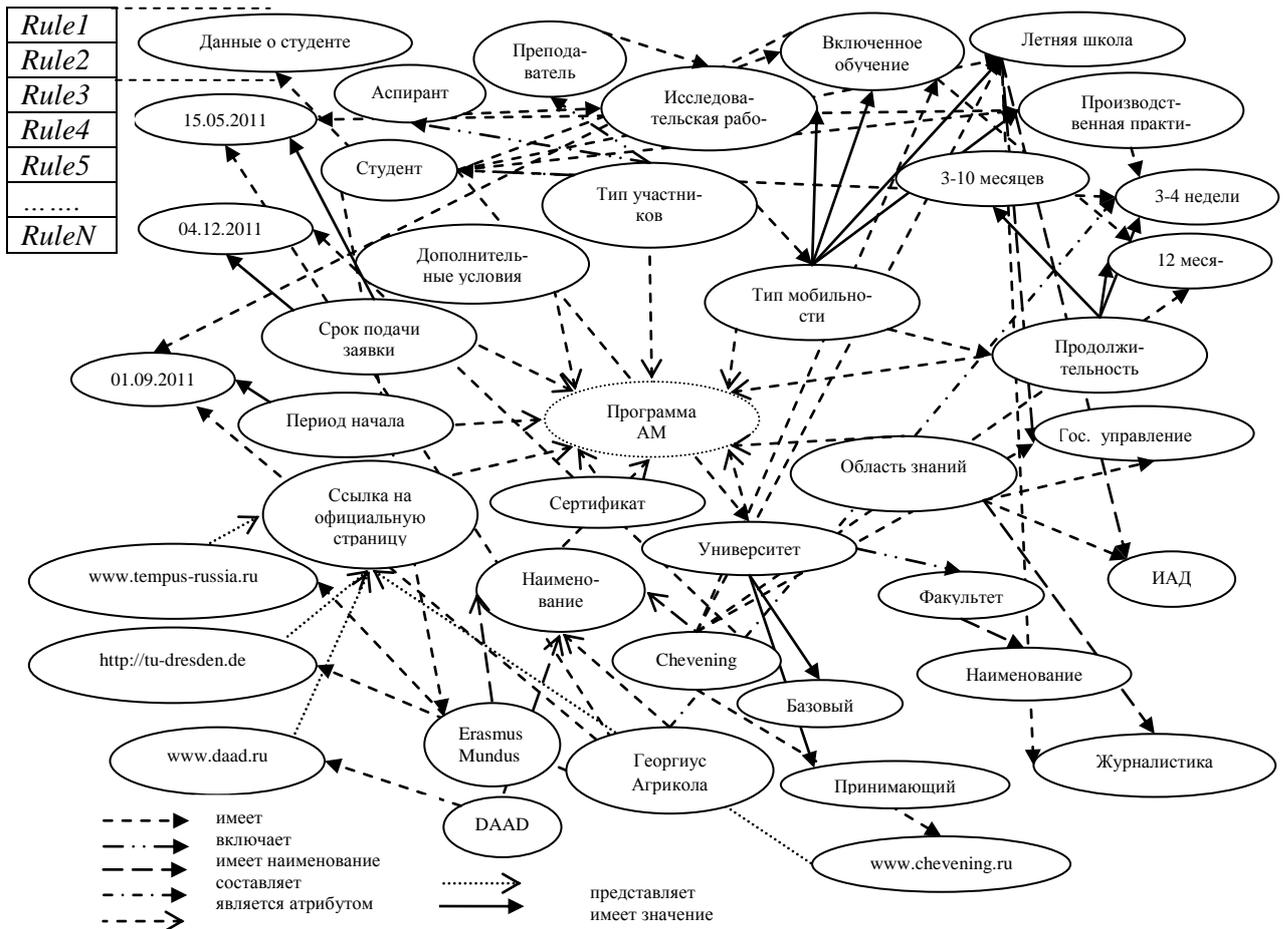


Рисунок 6 – Фрагмент семантической сети программ АМ

Для принятия решений с использованием интеллектуальных технологий предложено использовать рассуждения на основе прецедентов, правила логического вывода (табл. 1).

Прецедент представлен совокупностью объектов  $\langle Case_p, Pz, Ps, R^u, E \rangle$ :  $Case_p$  – наименованием,  $Pz$  – множеством классов прецедентов проблемных ситуаций,  $Ps$  – множеством признаков описания прецедента в классе,  $R^u$  – множество управляющих решений, содержащихся в прецеденте и  $E$  – множество оценок эффективности принятых решений.

Подход к поиску решений на основе прецедентов включает такие процедуры как поиск решения в базе прецедентов, основанный на принципе аналогии, адаптацию принятого ранее решения, оценку эффективности полученного решения и обучение.

Для модели, основанной на правилах, характерно описание  $Rule_i: Q; P; C; A \rightarrow B; N$ , где  $Rule_i$  – имя правила;  $Q$  – сфера применения правила;  $P$  – предусловие (например, приоритетность);  $C$  – предикат (отношение);  $A \rightarrow B$  – ядро продукции (позволяет представить знания в виде правила «ЕСЛИ  $A_1, A_2, \dots, A_n$  ТО  $B$ »). Построенные таблицы фактов оставляют основу для формирования правил логического вывода. База правил представляется в виде совокупности предложений  $\{ A_1, \dots, A_n, A_1 \rightarrow B_i, \dots, A_1 \wedge A_i \rightarrow B_j \}$ . Управляющая структура перебирает правила последовательно.

Показано, что поиск решения при планировании ОМ с учетом ключевых факторов основывается на оценке сходства экземпляров классов-дисциплин, выбираемых для включения в ОМ обучающегося и экземпляров классов-дисциплин ПС (при изменении требований рынка труда), предварительно структурированных с использованием методов иерархической кластеризации.

Решена задача сопоставления объектов с учетом меры сходства Жаккарда  $C(S_j, S_k)_1 = \frac{m(S_j \cap S_k)}{m(S_j \cup S_k)}$ , где  $S$  – индексированное множество с элементами  $S_j$  (алфавит описаний),  $S_j$  –  $j$ -е описание объекта. Бинарная матрица для вычисления меры сходства между двумя объектами имеет следующий вид:  $B = \left\| x_{ij} \right\|_{i=1, p}^{j=1, 2}$ , где

$x_{ij}$  – одно из двух значений  $\{0, 1\}$  признака  $i$  у объекта  $j$  ( $x_{ij}=1$ , если признак  $i$  есть у объекта  $j$ , в противном случае  $x_{ij}=0$ ).

Разработанные сетевые модели с использованием методов семантической интеграции данных обеспечивают поиск информации в распределенных БД. В основу предложенных глобальных схем положен язык описания онтологий *OWL*.

Таблица 1

Фрагмент таблицы правил логического вывода

№	Правила логического вывода
<i>Rule1</i>	<b>Если</b> дисциплина $p$ = область $O_1$ и Дисциплина $z$ = область $O_1$ , <b>то</b> схожесть = да, КД= 1/9
...	
<i>Rule21</i>	<b>Если</b> % совпадений >80 %, <b>то</b> совпадение = полное. КД = 100%

Поиск решения при планировании ОМ  $M^*$  с учетом  $IO_{npAM}$  (при включенном обучении) и  $I_{on}$  основывается на сопоставлении терминов выбранных обучающимся дисциплин для изучения в принимающем вузе терминам дисциплин ОМ базового вуза на предстоящий период обучения и выборе одной из альтернатив или одного из прецедентов. На основании сопоставления разрабатывается ОМ  $M^*$  в виде учебного соглашения для обучения в принимающем вузе и индивидуальный учебный план для корректировки ОМ в базовом вузе в последующем периоде. Алгоритм сравнения ОМ обучающихся в базовом и принимающем вузах представлен последовательностью действий по сопоставлению двух объектов по качественным признакам (рис. 8). Приведен разработанный алгоритм формирования учебного соглашения и индивидуального учебного плана.

Разработанный алгоритм поиска решений при планировании ОМ  $M^*$  с учетом  $IO_{npAM}$  и  $I_{on}$  адаптирован для учета остальных информационных объектов, формирующих требования и влияющих на ОМ: алгоритм поиска решений при планировании ОМ с учетом изменений перспективных направлений в ИТ-сфере; алгоритм поиска решений при планировании ОМ с учетом ПС и др. Каждый из перечисленных алгоритмов содержит процедуру поиска решений, характерную для соответствующего  $IO$ .

Анализ решаемых задач показал целесообразность использования модульной структуры в предложенной системе. Определены общие функции системы СППР при управлении ОМ: накопление знаний об  $IO_{nc}$ ,  $IO_{moc}$ ,  $IO_{npAM}$ ,  $IO_{ф2oc}$ ,  $IO_{ao}$ ,  $IO_3$ ; классификация и оценка знаний; пополнение знаний с помощью логического вывода, отражающего закономерности в области управления ОМ; анализ знаний с выявлением зависимостей и аналогий, обобщение знаний на основе частных знаний; общение с человеком на языке, максимально приближенном к естественному человеческому языку; оказание пользователю помощи за счет формирования объяснений; структурирование и систематизацию знаний для обеспечения их удобного хранения и поиска; поиск знаний в БЗ; рассуждение на основе прецедентов.

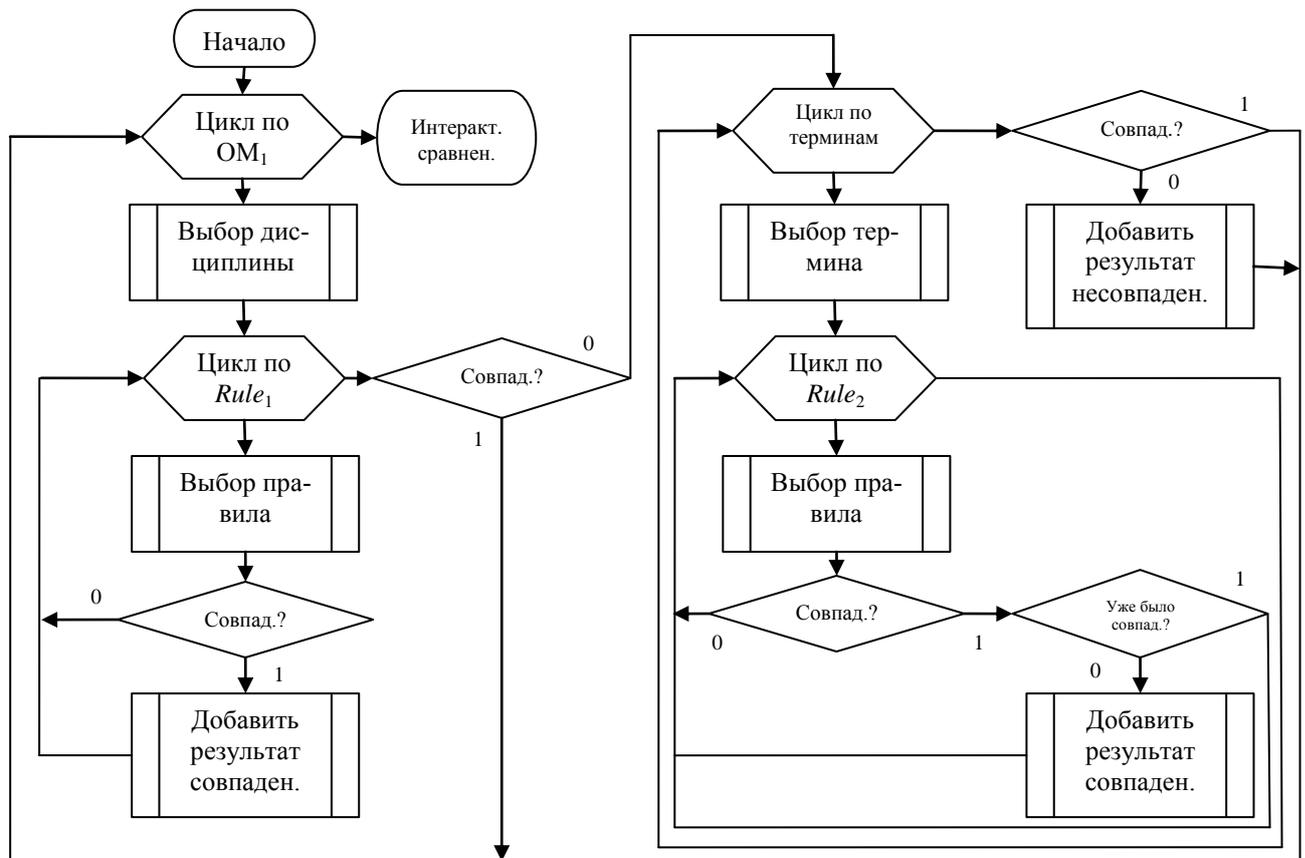


Рисунок 8 – Алгоритм сравнения ОМ обучающихся в базовом и принимающем вузах ( $Rule_1$  – правила логического вывода по наименованию дисциплины,  $Rule_2$  – правила логического вывода по терминам)

Представлено описание разработанной программной реализации предложенной методологии управления и интеллектуальной информационной поддержки принятия решений при управлении ОМ.

В качестве среды для разработки была выбрана *MS VisualStudio 2010*, язык программирования *C#*. Выбор обуславливается тем, что позволяет разрабатывать программную реализацию, соответствующую современным стандартам. Технология *.NET* обеспечивает гибкое и стабильное взаимодействие с БД.

**В пятой главе** приведены результаты экспериментальных исследований по оценке эффективности использования интеллектуальной информационной поддержки управления ОМ с применением программной реализации.

Спланированные ОМ, прошли апробацию в процессе участия обучающихся в программе АМ *Erasmus Mundus* (вузы Германии, Италии, Португалии, Польши, Австрии) и подтвердили актуальность исследования. Результаты анализа по оценке эффективности использования интеллектуальной информационной поддержки при управлении ОМ с учетом развития процессов АМ, в том числе и при использовании связей с *Alumni*, получены на факультете информатики и робототехники (ИРТ) УГАТУ с 2006 по 2011гг.. Участие в программах АМ студентов выросло с 6 до 37 человек в семестр, размер привлеченных стипендий вырос с 0,4032 млн. руб. до – 18,774 млн. руб. в год.

Социальный эффект от включенного в ОМ обучения в принимающих вузах заключается в успешной процедуре признания полученных результатов, улучшении языковой подготовки участников, развитии связей между университетами, создании положительного образа УГАТУ у зарубежных партнеров, развитием *Alumni*-ассоциации вуза.

Полученные результаты оценки эффективности использования интеллектуальной информационной поддержки управления ОМ с применением программной реализации предложенной методологии показывают различную степень повышения эффективности во времени от 1,5-2 раз при консультировании обучающихся до 10-20 раз при контроле реализации ОМ.

Рассмотрены результаты проведенных исследований о сходстве ОМ подготовки бакалавров-информатиков в России и ведущих в области *IT* университетах Бельгии, Великобритании, Люксембурга, США, Франции, Швейцарии, Японии, на основе которых (табл. 2) принимаются решения о возможности планирования ОМ в рамках совместных программ.

Таблица 2

Результаты проведенных исследований о сходстве ОМ подготовки бакалавров-информатиков вузами разных стран

Блок	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
МОС в области «информатика»	8	14	55	23
Университет Стэнфорд, США	25	30	37	8
Калифорнийский университет Беркли, США	18	27	40	15
Университет Бата, Великобритания	5	18	59	18
Университет Осака, Япония	32	9	46	14
УГАТУ, Россия (ГОС)	25	31	28	16

Результаты экспериментальных исследований по оценке возможности осуществления совместных программ между УГАТУ (Россия) и КИТ (Герма-

ния) показали совпадение на 75 %, что позволяет сделать вывод о возможности разработки ОМ в рамках совместных программ.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

В ходе диссертационного исследования были сделаны следующие выводы и получены следующие результаты:

1. Разработана методология управления образовательным маршрутом, в основу которой положены характеристики, логическая и временная структуры управленческой деятельности, отличающаяся от известных использованием результатов системного анализа документальной базы и характеристик описания проблемы управления образовательным маршрутом, моделей ситуационного управления и представления знаний, и позволяющая организовать информационную поддержку принятия решений на основе обработки слабоструктурированной информации и экспертных знаний с применением интеллектуальных технологий.

2. Разработана интегрированная модель системы управления образовательным маршрутом, новизну которой обеспечивает интеграция комплекса иерархических сетевых моделей, системных моделей управления образовательным маршрутом и моделей представления знаний в форме продукционных правил и в форме прецедентов принятия решений в проблемных ситуациях, объединенных концептуальной моделью поддержки принятия решений при управлении ОМ, на основе единства информационных и когнитивных элементов предметной области, что обеспечивает семантическое единство разработанных моделей и позволяет реализовать принципы ситуационного управления с учетом внешних и внутренних ключевых факторов; принципы теории иерархических систем, а также технологии инженерии знаний для обеспечения интеллектуальной информационной поддержки управленческих решений.

3. Разработана структура системы поддержки принятия решений при управлении образовательным маршрутом, которая характеризуется взаимодействием компонентов хранения данных и знаний, модуля поиска решений, компонентов моделирования и обучения новым знаниям, на основе интеграции поиска решения с применением данных и знаний, и отличается комплексным использованием ситуационного управления на основе ИСМ с учетом ключевых факторов; обеспечения информационной поддержки принятия решений на основе интеллектуальной технологии и интеграции данных и знаний; инженерии знаний для обработки слабо формализованной информация, и применением принципов построения систем, ориентированных на обработку правил и прецедентов принятия управленческих решений.

4. Разработано математическое обеспечение системы, представленное в отличие от известных, в виде формальных моделей комплекса иерархических сетевых моделей, встроенных в систему управления и адекватно отражающих возможные ситуации управления на основе правил принятия управленческих решений; формальных моделей представления знаний в виде семантических сетей, представляющих основные понятия, определяющие классы объектов в процессе управления ОМ и отношений между ними; сетевых моделей планиро-

вания ОМ для принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; логической модели онтологии процесса управления ОМ; математических моделей поиска решений на основе продукционных правил и прецедентов, позволяющее получать обоснованные управленческие решения.

5. Разработано алгоритмическое обеспечение для реализации предложенной методологии управления ОМ и его интеллектуальной информационной поддержки в отличие от известного характеризуется тем, что разработанные алгоритмы: алгоритм интерпретации объектно-ориентированной ИСМ, обеспечивающий управление ОМ, планируемым и реализуемым с учетом ключевых факторов; алгоритмы для принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; алгоритм поиска решений при планировании ОМ с учетом ключевых факторов; алгоритм обеспечения сопоставительного анализа объектов по качественным признакам; алгоритм разработки учебного соглашения и корректировки ОМ; алгоритм подбора программы АМ; алгоритм формирования рейтинга студентов для участия в программе АМ в комплексе с моделями представления знаний позволяют реализовать управление ОМ с применением интеграции данных для поиска информации по распределенным БД на основе онтологии процесса управления образовательным маршрутом.

6. Разработан комплекс программных средств реализации предложенных методологических основ управления ОМ, отличающийся функциональным обеспечением в части: *управления ОМ* – применением модуля анализа ситуации и поиска решения на основе ИСМ; *информационной поддержки принятия решений* с использованием интеллектуальных технологий – модулей поиска решений с учетом прецедентов и на основе продукций; оценки сходства объектов по качественным признакам; принятия решений о сроках выполнения индивидуальной траектории с учетом перегрузки в следующем периоде обучения при планировании ОМ; обучения, консультирования; *поиска информации* в распределенных БД с формированием единого информационного пространства – модуля поиска информации.

7. Проведены экспериментальные исследования эффективности показателей предложенной методологии управления и информационной поддержки при управлении ОМ, которые в отличие от известных выявили: своевременность исследования в связи с увеличившимся объемом участников АМ, увеличением количества зарубежных партнеров и связанного с этим повышением разнообразия вариантов ОМ, разработкой новых ПС и переходом на ФГОС; что установление соответствия между компонентами ОМ при подготовке информатиков в российских и ведущих в данной области зарубежных вузах и результаты, проведенной кластеризации ОМ по выделенным компонентам, позволяют реализовать совместные программы с вузами, ОМ которых отнесены к одному кластеру; долю сходства ОМ при подготовке информатиков в университетах УГАТУ (Россия) и КИТ (Германия) для оценки возможности реализации совместных программ равной 75%; спланированные ОМ успешно прошли апробацию в рамках программ АМ *Erasmus Mundus, Georgius Agricola*.

Проведены экспериментальные исследования по оценке эффективности использования интеллектуальной информационной поддержки управления ОМ с применением программной реализации предложенной методологии, которые показывают различную степень повышения эффективности во времени от 1,5-2 раз при консультировании обучающихся до 10-20 раз при контроле реализации ОМ.

## **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ**

### *В рецензируемых журналах из списка ВАК*

1. О международных конференциях по компьютерным наукам и информационным технологиям *CSIT* / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, К. Ковач, О. Н. Сметанина // Информационные технологии. 2004 г. № 9. 92–93. *(Личный вклад 0,5 м/п л.)*.
2. О роли информационных ресурсов при поддержке принятия управленческих решений на региональном уровне / Е. И. Иванова, Р. В. Фаттахов, О. Н. Сметанина // Вестник УГАТУ: науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. 2007. Т.9., №2. С. 82–87. *(Личный вклад 2 м/п л.)*.
3. Управление экономическими системами: инновации с использованием интеллектуальных систем / Е. И. Иванова, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина // Экономика и управление: научно-практический журнал, №4, 2007, стр. 51–55. *(Личный вклад 2 м/п л.)*.
4. Об одном методе решения цеховой задачи теории расписаний в машиностроении / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев // Мехатроника, автоматизация, управление. 2007. №9. С. 21–27. *(Личный вклад 3 м/п л.)*.
5. Разработка алгоритмического и программного обеспечения для составления расписания в системах оперативно-календарного планирования / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев // Вестник УГАТУ: науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. 2007. Т.9., № 4. С. 85–89. *(Личный вклад 3 м/п л.)*.
6. Информационное обеспечение и взаимодействие органов государственного финансового контроля / Е. И. Иванова, О. Н. Сметанина // Вестник УГАТУ: науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. 2007. Т.9., № 5. С. 40–46. *(Личный вклад 4 м/п л.)*.
7. Применение эвристических методов для решения задач оперативно-календарного планирования в машиностроении / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев // Технологии нефти и газа. 2008. № 3. С. 55–61. *(Личный вклад 2 м/п л.)*.
8. 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. 2010. Т.14, № 5 С. 150–156. *(Личный вклад 3 м/п л.)*.
9. Модели управления организацией с учетом *Alumni*-ассоциации / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, Л. М. Исхакова // Экономика и управление. 2011. № 5. С. 57–63. *(Личный вклад 2 м/п л.)*.

10. Модели управления процессом реализации академической мобильности в вузе / О. Н. Сметанина, А. В. Маркелова, В. А. Козырева // Вестник НГУ. 2011. Т. 2, № 2. С. 55–66. (*Личный вклад 0,5 м/п л.*).

11. Поддержка принятия решений при управлении академической мобильностью / М.Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, В. А. Козырева // Системы управления и информационные технологии. 2011. №3.1. С. 131–136. (*Личный вклад 2 м/п л.*).

12. Модели и методы обработки информации при управлении связями с Alumni-ассоциациями / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, Л. М. Исхакова // Вестник ВГТУ – Воронеж. 2011. Т. 14, № 1. С. 164–173. (*Личный вклад 4 м/п л.*).

13. Alumni-ассоциации как дополнительный ресурс для поддержки академической мобильности / О.Н. Сметанина // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – №6. URL: [http:// www.science-education.ru/100-5212](http://www.science-education.ru/100-5212) (*Личный вклад 8 м/п л.*).

14. Информационная поддержка при управлении образовательным маршрутом в вузе / В.А. Козырева, О.Н. Сметанина // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – №1. URL: <http://www.science-education.ru/101-5400> (*Личный вклад 4 м/п л.*).

### *Монографии и препринты*

15. Контроль как функция управления в сложных системах (препринт монографии) / Е. И. Иванова, Р. В. Фаттахов, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина / Уфа: Изд. УНЦ РАН, 2006. – 59 с.

16. Университетские образовательные программы. Модели и методы для сопоставительного анализа опыта разных стран / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова / М.: Изд. МАИ, 2006. – 117 с.

17. Управление и контроль в сложных системах. Системный подход (раздел в препринте монографии) / Е. И. Иванова, Р. В. Фаттахов, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина // Государственный финансовый контроль. Системный подход / М.: Изд. Совет по изучению производительных сил Минэкономразвития РФ и РАН, 2006. С. 6–33.

18. Информационное обеспечение управления и контроля / Е. И. Иванова, Р. В. Фаттахов, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина / М.: Машиностроение, 2008. – 279 с.

19. Системный подход и управление социальным развитием в системе стратегического планирования организации (препринт монографии) / А. Ф. Зайнутдинов, Р. В. Фаттахов, О. Н. Сметанина / Уфа: Изд. УНЦ РАН, 2009. – 81 с.

20. Информационная поддержка управленческой деятельности социальной инфраструктуры предприятия (препринт монографии) / А. Ф. Зайнутдинов, О. Н. Сметанина, И. А. Лакман / Уфа: Изд. УНЦ РАН, 2009. – 82 с.

21. Инструментарий в системе поддержки принятия решений при управлении процессом разработки образовательной программы / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина / Уфа: Изд. УНЦ РАН, 2010. – 106 с.

22. Информационное и математическое обеспечение в системе поддержки принятия решений при управлении процессом разработки образовательной

программы / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина. М.: Машиностроение, 2011. 247 с.

### ***Свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ***

23. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 970254. Система программно-информационного обеспечения средств управления организацией производства / Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина. Зарег. 13.06.97. М.: РосАПО, 1997.

24. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 980168. Симулятор ситуационных процессов / Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина. Зарег. 23.01.98. М.: РосАПО, 1998.

25. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2006610883. Информационная система сравнения учебных планов университетов разных стран / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. М. Буторин. Зарег. 06.03.2006. М.: Роспатент, 2006.

26. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2008810663. Система составления расписаний с применением генетического алгоритма (EvolSBB) / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев. Зарег. 23.04.2006. М.: Роспатент, 2006.

27. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2011617197 / Разработка индивидуальных учебных планов студентов для реализации процессов академической мобильности / М. Б. Гузаиров, О. Н. Сметанина, В. А. Козырева. Зарег. 15.09.2011. М.: Роспатент, 2011.

### ***Другие публикации***

28. Помехоустойчивая интерпретация иерархических ситуационных моделей / Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина // Интеллектуальные автономные системы: междунар. науч. издание. Уфа–Карлсруэ, 1996. С. 33–47.

29. Помехоустойчивая иерархическая ситуационная модель для управления большими системами в неопределенности / Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина // Большие системы: теория и приложения: тр. 8-го симп. IFAC/IFORS/IMACS/IFIP. Патрас, Греция, 1998. С. 464–468.

30. Иерархические ситуационные модели с трехзначными предикатами при управлении сложными техническими объектами / Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. II Междунар. конф. Самара: Изд. ИПУСС РАН, 2000. С. 111–116.

31. Об организации элективных курсов в области информатики / Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина // Проблемы качества образования: материалы X Всерос. науч.-метод. конф. Уфа–Москва. Уфа: Изд. УГАТУ, 2000. С. 187–191.

32. Особенности многоуровневой подготовки информатиков в американских университетах / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина // Проблемы качества образования: материалы XI Всерос. науч.-метод. конф. Уфа–Москва. Уфа: Изд. УГАТУ, 2001. С. 162–163.

33. Применение ситуационного подхода при проектировании информационных систем инвестиционной деятельности / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев, В. П. Осипова // Региональная информатика – 2002: матер. VIII С.-Петербур. междунар. конф. С/Пб.: СПОИСУ, 2002. С. 165–166.

34. Объектно-ориентированные модели обнаружителей с временной обработкой для ситуационного управления в условиях неопределенности / Н. И. Юсупова, В. В. Миронов, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: тр. IV междунар. конф. Самара: Изд. ИПУСС РАН, 2002. С. 111–115.

35. Планирование работ с использованием эволюционных алгоритмов / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев, Х. Шмек, Ю. Бранке // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. VI междунар. конф. Будапешт, Венгрия, 2004. С. 202–207. (Статья на англ. яз.).

36. Модели и алгоритмы информационной системы для сопоставления учебных планов университетов разных стран в рамках Болонского процесса / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. VI междунар. конф. Будапешт, Венгрия, 2004. С. 188–190. (Статья на англ. яз.).

37. Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования: «О качестве подготовки информатиков в европейских университетах» / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Тр. междунар. конф. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2004. С. 278–283.

38. Об использовании технологии экспертных систем для сопоставительного анализа университетских образовательных программ / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. М. Буторин // Актуальные проблемы качества образования и пути их решения в контексте европейских и мировых тенденций: матер. XV Всерос. науч.-метод. конф. Уфа–Москва: Изд. УГАТУ, 2005. С. 11–14.

39. Сравнительный анализ методов решения задач календарного планирования / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев, Х. Шмек, Ю. Бранке // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. VII междунар. конф. Уфа: УГАТУ, 2005. Т. 1. С. 160–164. (Статья на англ. яз.).

40. Информационные системы оценки образовательных программ подготовки информатиков в российских и зарубежных университетах / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. VII междунар. конф. Уфа. 2005. Т. 1. С. 141–148. (Статья на англ. яз.).

41. О некоторых соотношениях образовательных компонент при подготовке бакалавров в разных странах / О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Технологии и организация обучения. Уфа: УГАТУ, 2005. С. 43–48.

42. Модели знаний для сопоставительного анализа учебных планов университетов разных стран / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Актуальные проблемы качества образования и пути их реше-

ния: материалы XVI Всероссийской научно-методической конференции. Уфа: УГАТУ, 2006. С. 43–46.

43. Алгоритмическое обеспечение информационной системы сравнения учебных планов по информатике университетов разных стран / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. М. Буторин // Технологии и организация обучения: науч. издание. Уфа: УГАТУ, 2006. С. 40–48.

44. Представление знаний в информационной системе для сравнения учебных планов университетов разных стран / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. М. Буторин // Технологии и организация обучения: науч. издание. Уфа: УГАТУ, 2006. С. 48–57.

45. Метод ветвей и границ для решения задачи календарного планирования / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев // труды VIII междунар. конф. Компьютерные науки и информационные технологии. – Карлсруэ, Германия, 2006. Т. 1. С. 160–165. (Статья на англ. яз.).

46. Об оценке трудоемкости дисциплины в информационной системе сравнения образовательных программ университетов разных стран / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. VIII междунар. конф. Карлсруэ, Германия. 2006. Т. 1. С. 141–148. (Статья на англ. яз.).

47. Использование информационных технологий для сопоставительного анализа университетских образовательных программ / М. Б. Гузаиров, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация: электр. журнал. 2006. № 6 (22). URL: <http://www.kampi.ru/sets/>.

48. Метаэвристический алгоритм для составления расписаний / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация: электр. журнал. 2006. № 8 (24). URL: <http://www.kampi.ru/sets/>.

49. Методы решения одномашинной задачи в теории расписаний / О. Н. Сметанина, А. А. Ахтариев // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация: электр. журнал. 2006. № 9 (25). URL: <http://www.kampi.ru/sets/>.

50. Модели знаний для информационной системы сравнения образовательных программ по информатике российских и зарубежных университетов / О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация: электр. журнал. 2006. № 11 (27). URL: <http://www.kampi.ru/sets/>.

51. Поддержка принятия решений для системы государственных расходов / Е. И. Иванова, О. Н. Сметанина, Р. Р. Сайфутдинова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. VIII междунар. конф. Карлсруэ, Германия, 2006. Т. 2. С. 232–234. (Статья на англ. яз.).

52. О некоторых соотношениях образовательных компонент при подготовке бакалавров в области информатики в российских и британских вузах / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова,

Л. Р. Рахимьянова // Актуальные проблемы качества образования и пути их решения: мат. XVII Всерос. науч.-метод. конф. Уфа: УГАТУ, 2007. С. 98–101.

53. О разработке цикла «Специальных дисциплин» учебного плана подготовки магистров по программе «Технология разработки программных систем» направления (230100) «Информатика и вычислительная техника» / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, Д. В. Попов, М. М. Гаянова // Актуальные проблемы качества образования и пути их решения: мат. XVII Всерос. науч.-метод. конф. Уфа: УГАТУ, 2007. С. 67–71.

54. О некоторых соотношениях образовательных компонент при подготовке бакалавров в области информатики в Российских и Японских университетах / О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, Л. Р. Рахимьянова // Принятие решений в условиях неопределенности: межвуз. науч. сб. Уфа: УГАТУ, 2008. С. 183–188.

55. Анализ образовательных программ с применением информационных технологий (на примере образовательных программ УГАТУ и Университета Суссека) / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Технологии и организация обучения. Уфа: 2008. УГАТУ. С. 60–69.

56. Инструменты поддержки принятия решений для сравнительного анализа образовательных программ университетов различных стран / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. X междунар. конф. CSIT'2008. Анталия, Турция, 2008. Т. 2. С. 252–256.

57. Разработка системы извлечения знаний из образовательных программ на базе онтологии / О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. XI междунар. конф. Крит, Греция, 2009. Т. 3. С. 172–175.

58. Система поддержки управленческого решения на региональном уровне / Е. И. Иванова, О. Н. Сметанина, Я. Р. Халикова // Межд. науч. конф. по прикладной информатике и математическим методам в экономике. Уфа: УГАТУ, 2010. С. 225–230.

59. Информационная поддержка принятия решений для управления образовательным процессом на этапе разработки образовательных программ: статья в коллективной монографии / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, М. М. Гаянова, А. В. Маркелова // Интеллектуальные системы управления / Под ред. акад. С. Н. Васильева. М.: Машиностроение, 2010. С. 447–454.

60. Сопоставительный анализ университетских образовательных программ в процессе интернационализации образования / М. Б. Гузаиров, О. Н. Сметанина, В. А. Козырева, М. М. Гаянова // Новые образовательные технологии в вузе: тр. VII междунар. науч.-метод. конф. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. Т. 1. С. 101–105.

61. Учет зарубежного опыта на основе сопоставительного анализа образовательных программ для поддержки конкурентоспособности образования / М. Б. Гузаиров, Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, В. А. Козырева // Проблемы качества образования: матер. XX Всерос. науч.-метод. конф. Уфа–Москва: УГАТУ, 2010. С. 8–11.

62. Разработка учебного плана дополнительного профессионального образования на основе онтологии / О. Н. Сметанина, А. А. Шафигуллина, Т. В. Малинина // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. XII Межднар. конф. М. –СПб, 2010. Т. 2. С. 221–225. (Статья на англ. яз.).

63. Интеллектуальные технологии в оперативном управлении / Р. И. Юсупов, О. Н. Сметанина, А. Р. Камильянов // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. XII Междунар. конф. М. –СПб, 2010. Т. 3. С. 50–52. (Статья на англ. яз.).

64. Разработка моделей базы знаний для информационной системы при управлении формированием образовательной программы в вузе / О. Н. Сметанина, Л. Н. Ахиярова, Ю. Т. Курбанова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. XII Междунар. конф. М. –СПб, 2010. Т. 4. С. 173–178. (Статья на англ. яз.).

65. Управление процессом формирования основной образовательной программы подготовки информатиков / Н. И. Юсупова, О. Н. Сметанина, А. В. Маркелова, Л. Н. Ахиярова // Технологии и организация обучения: метод. сб. Уфа: УГАТУ, 2011. С. 45–53.

66. Информационная поддержка в системе ситуационного управления процессом реализации АМ / Р. И. Юсупов, О. Н. Сметанина, Ю. Т. Курбанова // Инновационные информационные технологии. Теория и практика: тр. междунар. сем. 2011. С. 131–134. (Статья на англ. яз.).

67. Поддержка принятия решений при управлении процессом академической мобильности / Н. К. Криони, Р. И. Юсупов, О. Н. Сметанина, Ю. Т. Курбанова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. XIII Междунар. конф. Гармиш-Партеркирхен, Германия, 2011. Т. 1. С. 136–140. (Статья на англ. яз.).

68. Интеллектуальная поддержка решений при управлении процессом академической мобильности / Д. Р. Богданова, О. Н. Сметанина, Л. М. Исхакова // Компьютерные науки и информационные технологии: тр. XIII Междунар. конф. Гармиш-Партеркирхен, Германия, 2011. Т. 2. С. 145–149. (Статья на англ. яз.).

Диссертант

**О. Н. Сметанина**

СМЕТАНИНА Ольга Николаевна

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ МАРШРУТОМ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ

Специальность 05.13.10 – Управление в социальных  
и экономических системах

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Подписано к печати 11.04.2012. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman Cyr.  
Усл. печ. л. 2,0. Уч.–изд. л.2,0.  
Тираж 100 экз. Заказ № 680.

ФБГОУ ВПО Уфимский государственный авиационный  
технический университет  
Центр оперативной полиграфии  
450000, Уфа-центр, ул. К.Маркса, 12