

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное образовательное бюджетное
учреждение высшего профессионального образования
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
им. проф. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**

Л. К. Птицына

**ТЕХНОЛОГИИ
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

СПбГУТ)))

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2014**

УДК 378
ББК 32.81
П87

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры автоматике и процессов управления
Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ) *И. М. Новожилов*
Утверждено редакционно-издательским советом СПбГУТ
в качестве учебного пособия

Птицына, Л. К.

П87 Технологии научно-образовательных сред : учебное пособие /
Л. К. Птицына – СПб.: СПбГУТ, 2014. – 171 с.

Учебное пособие соответствует разделу М2.В.ОД.6 основной образовательной программы, соответствующей федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров 230400 – Информационные системы и технологии.

В учебном пособии определены концептуальные, теоретические, методические и практические основы технологий научно-образовательных сред, сочетание которых ориентировано на формирование фундамента подготовки будущих профессионалов в области инновационных технологий. Представленные в пособии принципы, модели, методы и реализации интеграции технологий в научно-образовательных средах обеспечивают достижимость устойчивой конкурентоспособности профессиональной деятельности в условиях интенсивного развития экономики знаний.

Учебное пособие предназначено для технологического сопровождения основной образовательной программы магистратуры направления 230400 – Информационные системы и технологии профиля «Коммуникационные технологии». Может быть использовано студентами и преподавателями при реализации основных образовательных программ подготовки магистров по группе направлений 230000 «Информатика и вычислительная техника».

Табл. 29. Ил. 44. Библиогр.: 106

УДК 378
ББК 32.81

ISBN

© Птицына Л. К., 2014

© Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича», 2014

Содержание

Введение.....	4
1. Определение ключевых понятий предметной области	8
1.1. Определение технологии научно-образовательной среды	14
1.2. Определение компетентности и компетенции.....	20
1.3. Виды компетенций.....	23
2. Компетенции профиля «Коммуникационные технологии» основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии.....	23
2.1. Компетенции основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии.....	23
2.2. Профильные профессиональные компетенции	24
3. Характеристика деятельности в научно-образовательных средах.....	25
3.1. Объекты технологий научно-образовательной сред.....	26
3.2. Виды профессиональной деятельности магистра в научно-образовательных средах.....	27
3.3. Виды и этапы выполнения работ в научно-образовательных средах.....	27
3.4. Интеграция технологий научно-образовательных сред.....	28
4. Представление реализаций научно-образовательных сред.....	29
4.1. Пример интеграции технологий – среда ANSYS MS WCCS.....	31
4.2. Пример интеграции технологий – среда ABAQUS.....	34
4.3. Пример интеграции технологий – среда DEFORM.....	34
4.4. Пример интеграции технологий – среда FlowVision.....	46
5. Классификация и характеристика концепций научно-образовательных сред... ..	58
5.1. Классификация концепций научно-образовательных сред.....	58
5.2. Характеристика концепции информационной безопасности	59
5.3. Характеристика технологических концепций.....	61
5.4. Характеристика предметно-ориентированных концепций.....	63
5.5. Системное объединение концепций.....	63
6. Стандарты технологий научно-образовательных сред.....	63
6.1. Классификация стандартов технологий научно-образовательных сред.....	65
6.2. Профессиональные стандарты.....	66
6.3. Позиции национальной рамки квалификаций.....	68
6.4. Профессиональные задачи.....	74
6.5. Стандарты качества.....	78
6.6. Технологические стандарты.....	
7. Разработка и применение методологии.....	
7.1. Определение методологии.....	
7.2. Методология многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга.....	
7.3. Содержание методологии.....	
7.4. Значимость методологии.....	
7.5. Реализация методологии многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга.....	
7.5.1. Формирование множества сравниваемых систем биллинга.....	
7.5.2. Реализация методологии.....	
8. Разработка методик.....	
8.1. Определение методики.....	

8.2. Методика формирования модели интеллектуального информационного программного агента	
8.3. Методика заполнения параметрического пространства расширенных объектно-ориентированных моделей интеллектуальных информационных агентов на основе метода свободного объединения процессов.....	
8.4. Методика моделирования априорно неопределённого соединения действий интеллектуальных информационных агентов.....	
8.5. Методика объектно-ориентированного анализа преодоления априорной неопределённости относительно описания гетерогенной сети.....	
8.6. Расширенный состав формализаций методики.....	
9. Разработка инструментального программного обеспечения для исследования интеллектуальных информационных программных агентов.....	
9.1. Актуальность разработки инструментального программного обеспечения...	
9.2. Разработка инструментального программного обеспечения для исследования интеллектуальных информационных программных агентов при вариациях в механизмах синхронизации выполняемых действий.....	
10. Проведение исследований в научно-образовательной среде.....	
10.1. Подтверждение корректности функционирования инструментального программного обеспечения.....	
10.2. Исследование зависимости качества функционирования интеллектуальных информационных программных агентов от параметров механизмов синхронизации выполняемых действий.....	
Приложение.....	

Введение

Учебное пособие «Технологии научно-образовательных сред» является основой учебно-методического комплекса по соответствующей дисциплине основной образовательной программы магистратуры направления 230400 – Информационные системы и технологии профиля «Коммуникационные технологии» в федеральном государственном образовательном бюджетном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

Цель преподавания дисциплины заключается в изучении концептуальных, теоретических, методических и практических основ технологий научно-образовательных сред. Дисциплина «Технологии научно-образовательных сред» должна обеспечивать формирование фундамента подготовки будущих профессионалов в области инновационных технологий, а также создавать необходимую базу для успешного овладения последующими специальными дисциплинами учебного плана. Изучение дисциплины должно способствовать развитию творческих способностей студентов, умению формулировать и решать задачи изучаемого направления, умению творчески применять и самостоятельно повышать свои знания. Поставленные цели достигаются на основе фундаментализации, интенсификации и индивидуализации процесса обучения путём внедрения и эффективного использования современных достижений в интеграции технологий. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие проводить самостоятельный анализ и развитие технологического обеспечения научно-образовательных сред.

Дисциплина является первой дисциплиной, в которой студенты изучают теоретические основы интеграции технологий. Она находится на стыке дисциплин, обеспечивающих базовую и специальную подготовку студентов. Изучая эту дисциплину, студенты впервые знакомятся с принципами, моделями и методами интеграции технологий, обеспечивающими устойчивую конкурентоспособность профессиональной деятельности в условиях интенсивного развития экономики знаний.

Приобретенные студентами знания и навыки необходимы для генерации и сопровождения научно-образовательных сред.

Дисциплина М2.В.ОД.6 «Технологии научно-образовательных сред» является обязательной дисциплиной вариативной части профессионального цикла учебного плана подготовки магистра по направлению 230400 – Информационные системы и технологии. Для успешного изучения дисциплины студенты должны обладать способностью к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-

производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2); способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-5); способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (ОК-7); способностью осуществлять сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования (ПК-7).

Овладение предметом дисциплины «Технологии научно-образовательных сред» является обязательным для изучения последующих дисциплин учебного плана: «Системы представления и приобретения знаний», «Аналитико-статистическое моделирование информационных систем», «Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий», «Современные методы проектирования информационных систем».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров 230400 – Информационные системы и технологии):

• общекультурных:

– способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

– умение свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения (ОК-3);

– использование на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-4);

– способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6);

• профессиональных:

– способность прогнозировать развитие информационных систем и технологий (ПК-13);

– формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики информационных технологий и систем (ПК-14);

– воспроизводить знания для практической реализации новшеств (ПК-16).

В результате освоения дисциплины студент должен (в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров 230400 – Информационные системы и технологии):

знать:

- концепции технологий научно-образовательных сред (ОК-1, ПК-2);
 - стандарты технологий научно-образовательных сред (ОК-6, ПК-3);
 - модели и методы технологий научно-образовательных сред (ПК-2, ПК-8, ПК-13);
 - функциональные спецификации основных компонентов технологий научно-образовательных сред (ОК-3, ОК-4, ПК-8);
 - модели и методы интеграции технологий научно-образовательных сред (ПК-13);
 - технологические приёмы формирования научно-образовательных сред (ПК-4, ПК-8);
 - модели и методы жизненного цикла разработки методологий (ОК-4, ОК-6, ПК-3, ПК-5, ПК-16);
 - модели и методы жизненного цикла разработки методик (ПК-8, ПК-14);
 - методологии развития технологий научно-образовательных сред (ПК-3, ПК-5, ПК-14, ПК-16);
- уметь:
- определять функциональные возможности технологий научно-образовательных сред (ПК-8);
 - создавать онтологии технологий научно-образовательных сред (ПК-13);
 - проводить инсталляцию новых компонентов научно-образовательных сред (ПК-14, ПК-15);
 - интегрировать технологии научно-образовательных сред (ПК-8);
 - развивать модели и методы технологий научно-образовательных сред (ПК-10);
 - проводить научные исследования и проектирование новых объектов профессиональной деятельности научно-образовательных средах (ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-16);
- владеть (демонстрировать способность и готовность):
- инструментальными средствами научно-образовательных сред (ПК-12, ПК-14);
 - приёмами разработки моделей и методов технологий научно-образовательных сред (ПК-8, ПК-12, ПК-14).

В первой главе определяются ключевые понятия предметной области и проводится классификация компетенций.

Во второй главе описываются общекультурные и профессиональные компетенции основной образовательной программы магистратуры по направлению 230400 – Информационные системы и технологии и представляются компетенции профиля «Коммуникационные технологии».

В третьей главе рассматриваются объекты технологий научно-образовательной среды, характеризуются типовые виды профессиональной деятельности магистратуры в научно-образовательных средах, выделяются виды и этапы выполнения работ в научно-образовательных средах, анализируются особенности интеграции технологий, определяются отличительные особенности современных технологий научно-образовательных сред.

В четвёртой главе выполняется представление ряда реализаций научно-образовательных сред. При представлении выделяются базисы интеграции технологий, описываются основные технологические компоненты в привязке к разнообразию платформ информатизации, указываются необходимые регламенты и рассматриваются определяющие функциональные возможности реализаций.

В пятой главе проводится классификация концепций научно-образовательных сред, раскрываются их базовые принципы, детализируется концепция информационной безопасности, характеризуются технологические концепции и предметно-ориентированные концепции, формируются целевые ориентиры и принципы системной интеграции технологий.

В шестой главе классифицируются стандарты технологий научно-образовательных сред, описывается целеполагание процесса разработки профессиональных стандартов, представляются позиции национальной рамки квалификаций, определяются должностные обязанности 2-го, 3-го, 4-го и 5-го квалификационных уровней профессионального стандарта «Специалист по информационным системам», рассматриваются международные и национальные стандарты качества, а также технологические стандарты, особое внимание уделяется научно-технической политике в области информационных технологий и проектирования информационных систем.

В седьмой главе раскрывается технологическая канва разработки и применения методологии для научно-образовательной среды. В процесс разработки методологии включаются: обоснование актуальности цели, определение цели, формирование концептуальных моделей, построение функциональных моделей, выбор методов анализа моделей, создание инструментальных средств и систем моделирования, генерацию правил принятия решений, представление значимости. Наполнение технологической канвы осуществляется на примере разработки методологии многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга.

В восьмой главе представляются основные приёмы разработки методик для научно-образовательных сред. Приёмы демонстрируются на примере разработки системы методик, образующих системно-аналитическое ядро методологии проектирования интеллектуальных

информационных программных агентов. В указанную систему объединяются следующие методики:

- расширенная методика формирования модели интеллектуального информационного программного агента;
- методика заполнения параметрического пространства расширенных объектно-ориентированных моделей на основе метода свободного объединения процессов;
- методика моделирования априорно-неопределённого соединения параллельных действий интеллектуального информационного программного агента;
- методика объектно-ориентированного анализа преодоления априорной неопределённости относительно описания гетерогенной сети.

Разработанные методики объединяются в единую систему с помощью информационно-логических связей онтологического характера.

На основе раскрытых методик формируется расширенный состав формализаций методологии объектно-ориентированного проектирования интеллектуальных информационных программных агентов.

Девятая глава посвящается описанию основных этапов разработки инструментального программного обеспечения для научно-образовательной среды. Содержание этапов определяется применительно к исследованию интеллектуальных программных агентов при вариациях в механизмах синхронизации выполняемых параллельных действий, которое проводится согласно методикам, описанным в восьмой главе.

В десятой главе демонстрируются ключевые этапы проведения исследований в научно-образовательной среде. Демонстрация начинается с подтверждения корректности функционирования инструментального программного обеспечения, затем осуществляются собственно исследования. При этом выясняются зависимости качества функционирования интеллектуальных информационных программных агентов от параметров механизмов синхронизации выполняемых действий. При моделировании обращений к информационным источникам анализируются следующие ситуации:

- 1) высокая производительность и высокая надёжность информационных источников;
- 2) средняя производительность и высокая надёжность информационных источников;
- 3) сверхвысокая производительность и высокая надёжность информационных источников;
- 4) средняя производительность и невысокая надёжность информационных источников.

При исследовании сопоставляются следующие условия устранения неопределённости в описании сетевой инфраструктуры:

- неизвестные описания механизмов синхронизации параллельных действий;
- параллельный опрос реплицированных источников информации;
- параллельный опрос нереплицированных источников информации;
- последовательный опрос реплицированных источников информации;
- последовательный опрос нереплицированных источников информации.

Исследования дополняются анализом достижимости целей в условиях априорной неопределённости относительно механизмов синхронизации действий интеллектуальных информационных программных агентов.

Все исследования сопровождаются получением и анализом количественных оценок показателей качества функционирования интеллектуальных информационных программных агентов.

Для каждого эксперимента формулируются выводы, определяющие выбор архитектурных решений при разработке интеллектуальных информационных программных агентов.

После демонстрации результатов исследований определяется значимость расширения функциональных возможностей научно-образовательной среды за счёт подключения разработанного инструментального программного обеспечения.

В приложении приводится текст инструментального программного обеспечения для научно-образовательной среды, предназначенного для исследования качества функционирования интеллектуальных информационных программных агентов при вариациях в механизмах синхронизации выполняемых параллельных действий.

1. Определение ключевых понятий предметной области

1.1. Определение технологии научно-образовательной среды

По мере создания и совершенствования технологического базиса экономик мировых держав образовательные среды становятся объектом исследований для ведущих учёных по различным направлениям развития науки. На этапе формирования информационного общества выделяется самостоятельная предметная область подобных исследований – технологии научно-образовательных сред.

Различаются семантический, морфологический, дидактический, прикладной и содержательные контексты понятий предметной области. В рамках изучаемой дисциплины используются два контекста: прикладной и содержательный.

В настоящее время выделяется достаточно представительное множество вариантов определения понятия «технология». Общепринятый вариант определения сводится к следующему: технология представляет собой систему взаимосвязанных способов обработки материалов и приёмов изготовления продукции в производственном процессе [1].

Приведённым вариантом определения технологии отражается прикладной контекст. В подобной интерпретации технология научно-образовательной среды определяется как система взаимосвязанных способов обработки материалов и приёмов изготовления продукции в научно-образовательном процессе.

Содержательный контекст определения ориентируется на представление системообразующих компонентов. В этом контексте технология научно-образовательной среды представляет собой взаимосогласованную совокупность информации, знаний, концепций, объектов, процессов, моделей, методов, методик, методологий, стандартов, организационных правил деятельности и контроля, инструментальных средств, систем и сетей, объединённых в рамках компетентностного подхода к обеспечению нового качества высшего профессионального образования, послевузовского образования и дополнительного высшего образования по определённым направлениям и профилям.

Назначение технологии научно-образовательной среды заключается в обеспечении эффективных реализаций обработки материалов и приёмов изготовления продукции в научно-образовательных процессах.

Успешность формирования и развития технологий научно-образовательных сред предопределяется эффективностью реализации компетентностного подхода к обеспечению нового качества высшего профессионального образования, послевузовского образования и дополнительного высшего образования [2, 3, 4]. Компетентностный подход, согласно Концепции модернизации российского образования на

период до 2010 г. и далее, а также материалам по долгосрочной перспективе развития системы образования «Российское образование – 2010: модель образования для инновационной экономики», является одним из значимых компонентов модернизации содержания профессионального, послевузовского и дополнительного образования.

Ключевыми понятиями компетентностного подхода являются компетентность и компетенции.

1.2. Определение компетентности и компетенции

Компетентность и компетенции различаются по принадлежности и соответствию субъекту или личности и профессиональной деятельности. Под компетенциями понимаются требования конкретной профессиональной деятельности к её субъекту или личности.

Компетенции определяются по отношению к определённой области объектов и процессов некоторой предметной области.

Компетенции рассматриваются в виде круга полномочий, предоставленных законодательно-нормативными актами, уставом и другими актами конкретному органу или должностному лицу, а также знания и опыта, которые необходимо приобрести личности в процессе профессиональной деятельности.

Компетентность – это соответствие личности требованиям профессиональной личности.

Профессиональная компетентность специалиста, обеспечивающая получение высоких результатов в работе, основывается на теоретических знаниях, практических умениях, устойчивых навыках, опыте профессиональной деятельности, способности выстраивать цели и ценности.

Компетентность личности, как результат образования и приобретаемого производственного опыта, проявляется в способности качественного и продуктивного решения профессиональных проблем и задач [5].

Базисом компетентности являются качества личности. Компетентность основывается на интеллектуальных, коммуникативных, эмоциональных и волевых качествах личности. В связи с этим специалистами акцентируется особое внимание на следующих профессионально значимых качествах личности, от которых существенно зависит успешность профессиональной деятельности: ответственность, целеустремлённость, настойчивость, инициативность, добросовестность, исполнительность, толерантность, лояльность, объективность, социальная проницательность [6]. При воспитании и самовоспитании будущих специалистов должна предусматриваться концентрация их внимания на этих качествах.

1.3. Виды компетенций

Развитие творческого потенциала осуществляется в направлениях формирования социально-личностных компетенций, семиотических компетенций и информационно-технологических компетенций.

Среди социально-личностных компетенций выделяются:

- социально-трудовые компетенции;
- ценностно-смысловые компетенции;
- системно-аналитические компетенции;
- компетенции личностного самосовершенствования;
- организационно-управленческие компетенции;
- коммуникативные компетенции;
- компетенции передачи социального и профессионального опыта;
- исследовательские и инновационные компетенции.

Семиотические компетенции разделяются на следующие группы:

- лингвистические компетенции;
- компетенции управления знаниями;
- информационно-аналитические компетенции [7];
- компетенции аналитико-синтетической переработки информации;
- нормативно-правовые и морально-этические компетенции информационного общества.

Ключевые компетенции в предметных областях информационной техносферы относятся к разряду информационно-технологических компетенций, которые отражают устойчивое стремление к освоению и развитию информационной техносферы, как одного из системообразующих компонентов информационной среды общества и профессиональной деятельности. Среди ключевых компетенций различаются:

- компетенции в тенденциях развития информационной техносферы;
- компетенции в технологиях жизненного цикла информации;
- компетенции в технологиях жизненного цикла знаний;
- компетенции в тенденциях развития информационных систем.

Ключевые профессиональные компетенции характеризуются взаимосвязанностью и взаимообусловленностью.

Семиотическими компетенциями обеспечиваются развитие социально-личностных компетенций, освоение информационных ресурсов предметной области по направлению. Информационно-технологическими компетенциями предопределяется освоение методов автоматизированного управления информационными потоками, а также развитие социально-личностных и семиотических компетенций. Адекватным представлением структуры взаимосвязанных компетенций, обоснованием системообразующих функций компетенций информационно-аналитической и аналитико-синтетической переработки информации обуславливается разработка научно-методического сопровождения и информационного

обеспечения развития компетенций и формирования компетентностей обучающегося. Представленное сопровождение ориентируется на поэтапное формирование взаимосвязанных комплексов интегративных знаний, умений и навыков информационно-аналитической деятельности, аналитико-синтетической переработки информации, их автоматизации и широкого применения информационных систем и технологий в профессиональной деятельности, приобретения самостоятельного и коллективного опыта этой деятельности.

2. Компетенции профиля «Коммуникационные технологии» основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии

2.1. Компетенции основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии

Компетенции основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии определяются в соответствующем федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования [8].

В разделе «Требования к результатам освоения основных образовательных программ магистратуры» федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования [8] перечисляются общекультурные компетенции (ОК) и профессиональные компетенции (ПК).

Среди общекультурных компетенций выделяются следующие:

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-2);
- умение свободно пользоваться русским и иностранным языками, как средством делового общения (ОК-3);
- использование на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом (ОК-4);
- способность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности (ОК-5);
- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-6);
- способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ОК-7).

К профессиональным компетенциям для проектно-конструкторской деятельности относятся нижеследующие:

- умение разрабатывать стратегии проектирования, определение целей проектирования, критериев эффективности, ограничений применимости (ПК-1);

– умение разрабатывать новые методы и средства проектирования информационных систем (ПК-2).

Профессиональной компетенцией для проектно-технологической деятельности является умение разрабатывать новые технологии проектирования информационных систем (ПК-3).

Профессиональной компетенцией для производственно-технологической деятельности считается способность осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и сопровождения информационных систем и технологий (ПК-4).

Профессиональные компетенции для организационно-управленческой деятельности определяются следующим образом:

– умение организовывать взаимодействие коллективов разработчика и заказчика, принятие управленческих решений в условиях различных мнений (ПК-5);

– умение находить компромисс между различными требованиями (стоимости, качества, сроков исполнения) как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании, нахождение оптимальных решений (ПК-6).

Профессиональные компетенции для научно-исследовательской деятельности образуются группой способностей и умений:

– умение проводить разработку и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, наука, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция, бизнес, предпринимательство, коммерция, менеджмент, банковские системы, безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, механика, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями, почтовая связь, химическая промышленность, сельское хозяйство, текстильная и лёгкая промышленность, пищевая промышленность, медицинские и биотехнологии, горное дело, обеспечение безопасности подземных предприятий и производств, геология, нефтегазовая отрасль, геодезия и картография, геоинформационные системы, лесной комплекс, химико-лесной комплекс, экология, сфера сервиса, системы массовой информации, дизайн, медиаиндустрия, а также предприятия различного профиля и все виды деятельности в условиях экономики информационного общества (ПК-8);

– умение проводить разработку и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования информационных систем и технологий (ПК-9);

– умение осуществлять моделирование процессов и объектов на базе пакетов автоматизированного проектирования и исследований (ПК-10);

- умение осуществлять постановку и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов (ПК-11);
- способность проводить анализ результатов проведения экспериментов, осуществлять выбор оптимальных решений, подготавливать и составлять обзоры, отчёты и научные публикации (ПК-12);
- способность прогнозировать развитие информационных систем и технологий (ПК-13).

Профессиональные компетенции для инновационной деятельности представляются двумя определениями:

- способность формировать новые конкурентоспособные идеи в области теории и практики информационных технологий и систем (ПК-14);
- разрабатывать методы решения нестандартных задач и новые методы решения традиционных задач (ПК-15);
- воспроизводить знания для практической реализации новшеств (ПК-16).

Профессиональная компетенция для сервисно-эксплуатационной деятельности сводится к осуществлению подготовки и обучения персонала (ПК-17).

2.2. Профильные профессиональные компетенции

Множество компетенций профиля «Коммуникационные технологии» основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии является открытым [8].

К дополнительным компетенциям профильной подготовки в рамках основной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии могут относиться [9]:

- способность к расширению сферы эффективного применения коммуникационных технологий по областям: машиностроение, приборостроение, наука, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция, бизнес, предпринимательство, коммерция, менеджмент, банковские системы, безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, механика, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями, почтовая связь, химическая промышленность, сельское хозяйство, текстильная и лёгкая промышленность, пищевая промышленность, медицинские и биотехнологии, горное дело, обеспечение безопасности подземных предприятий и производств, геология, нефтегазовая отрасль, геодезия и картография, геоинформационные системы, лесной комплекс, химико-лесной комплекс, экология, сфера

сервиса, системы массовой информации, дизайн, медиаиндустрия, а также предприятия различного профиля и все виды деятельности в условиях экономики информационного общества (профильная профессиональная компетенция 1 – ППК-1);

– умения по реализации полного жизненного цикла выбранной коммуникационной технологии (выбранных коммуникационных технологий) в контексте профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом (ППК-2);

– способность к модификации этапов жизненного цикла коммуникационных технологий с целью повышения эффективности их применения в профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом (ППК-3);

– умения по интеграции коммуникационных технологий в контексте профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом (ППК-4);

– способность к разработке системно-аналитического наполнения коммуникационных технологий, обеспечивающего планирование, (или) определение, (или) оценивание, (или) гарантирование, (или) оптимизацию, (или) повышение эффективности их применения (ППК-5);

– умение выбора целевой интеграции коммуникационных технологий в контексте профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом (ППК-6);

– способность к интеграции коммуникационных технологий с иными технологиями, определяющими функциональный профиль объектов и процессов, присущих профессиональной, (или) социальной деятельности (ППК-7);

– умения извлекать, представлять, оценивать, генерировать знания о коммуникационных технологиях в контексте профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом (ППК-8);

– способность к экономическим обоснованиям целесообразности внедрения новых коммуникационных технологий в объекты и процессы профессиональной и социальной направленности (ППК-9);

– способность к организации комплексных работ по внедрению эффективных коммуникационных технологий в объекты и процессы профессиональной и социальной направленности (ППК-10);

– умения по применению результатов фундаментальных и прикладных исследований для развития коммуникационных технологий (ППК-11);

– умения по формированию распределённого искусственного интеллекта в коммуникационные технологии (ППК-12);

- умения по применению онтологического подхода к проектированию новых коммуникационных технологий (ППК-13);
- способность к повышению значимости наукоёмкого ядра коммуникационных технологий в контексте повышения эффективности профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом (ППК-14);
- умения по интеграции инновационных и коммуникационных технологий;
- способность к выделению новых приложений коммуникационных технологий (ППК-15);
- умения по оцениванию и управлению качеством коммуникационных технологий (ППК-16);
- умения по достижению новых функциональных возможностей и свойств коммуникационных технологий (ППК-17);
- умения по прогнозированию, проектированию, созданию, внедрению, оцениванию, контролю и интеграции новых сервисов коммуникационных технологий (ППК-18);
- умения по повышению конкурентоспособности объектов и процессов профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом за счёт целенаправленного внедрения эффективных коммуникационных технологий (ППК-19);
- умения по привлечению новых инвестиций к сопровождению и проектированию коммуникационных технологий (ППК-20);
- умения по планированию и реализации модификации коммуникационных технологий, внедрённых в объекты и процессы профессиональной деятельности по областям, предусмотренным соответствующим образовательным стандартом (ППК-21);
- способность к интеграции коммуникационных и бизнес технологий (ППК-22);
- умения по ведению просветительской деятельности относительно функциональных возможностей современных высокоэффективных коммуникационных технологий (ППК-23);
- способность к формированию информационно-методического сопровождения коммуникационных технологий в образовательном контексте (ППК-24);
- способность к использованию коммуникационных технологий в научно-образовательных и информационно-культурно-образовательных средах (ППК-25).

На основе компетентного подхода проектируются образовательные программы, соответствующие федеральным образовательным стандартам, и программы входящих в них дисциплин. В [10] раскрывается модель программы одной из дисциплин, разработанная на основе компетентного подхода.

3. Характеристика деятельности в научно-образовательных средах

3.1. Объекты технологий научно-образовательной сред

Объекты технологий научно-образовательной сред соответствуют определённым направлениям и профилям. Состав объектов по классам определяется соответствующим стандартом.

В соответствии с характеристикой профессиональной деятельности, раскрытой в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего профессионального образования по направлению подготовки 230400 Информационные системы и технологии, объектами научного исследования могут являться:

информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в областях: машиностроение, приборостроение, наука, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция, бизнес, предпринимательство, коммерция, менеджмент, банковские системы, безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, механика, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями, почтовая связь, химическая промышленность, сельское хозяйство, текстильная и лёгкая промышленность, пищевая промышленность, медицинские и биотехнологии, горное дело, обеспечение безопасности подземных предприятий и производств, геология, нефтегазовая отрасль, геодезия и картография, геоинформационные системы, лесной комплекс, химико-лесной комплекс, экология, сфера сервиса, системы массовой информации, дизайн, медиаиндустрия, а также предприятия различного профиля и все виды деятельности в условиях экономики информационного общества.

3.2. Виды профессиональной деятельности магистра в научно-образовательных средах

Характеристика деятельности в научно-образовательных средах находится в непосредственной зависимости от направления и профиля подготовки. Она регламентируется соответствующим стандартом.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 230400 – Информационные системы и технологии магистр

должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности:

- сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- разработка и исследование теоретических и экспериментальных моделей объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, наука, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция, бизнес, предпринимательство, коммерция, менеджмент, банковские системы, безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, механика, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями, почтовая связь, химическая промышленность, сельское хозяйство, текстильная и лёгкая промышленность, пищевая промышленность, медицинские и биотехнологии, горное дело, обеспечение безопасности подземных предприятий и производств, геология, нефтегазовая отрасль, геодезия и картография, геоинформационные системы, лесной комплекс, химико-лесной комплекс, экология, сфера сервиса, системы массовой информации, дизайн, медиаиндустрия, а также предприятия различного профиля и все виды деятельности в условиях экономики информационного общества;
- разработка и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования этих объектов;
- моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- постановка и проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- анализ результатов проведения экспериментов, подготовка и составление обзоров, отчётов и научных публикаций;
- прогнозирование развития информационных систем и технологий.

3.3. Виды и этапы выполнения работ в научно-образовательных средах

Виды и этапы выполнения работ в научно-образовательных средах определяются выбранными направлениями и профилями.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 230400 Информационные системы и технологии в научно-образовательных средах могут предусматриваться следующие виды и этапы выполнения и контроля научно-исследовательской работы обучающихся:

- анализ предметной области;

- разработка технического задания;
- обоснование и выбор инструментальных средств;
- проведение научно-исследовательской работы;
- анализ полученных результатов;
- составление отчёта о научно-исследовательской работе;
- публичная защита выполненной работы;
- формирование инновационных предложений.

3.4. Интеграция технологий научно-образовательных сред

Интегральный характер технологий научно-образовательных сред, подчёркиваемый большинством исследователей [11–29], является следствием их назначения.

В соответствии с непрерывным развитием науки, техники и социума состав интегрируемых технологий для создания научно-образовательной среды является открытым.

В настоящее время для интеграции применяются следующие технологии:

- наукоёмкие технологии;
- образовательные технологии;
- инфокоммуникационные технологии;
- телекоммуникационные технологии;
- сетевые технологии;
- информационные технологии;
- вычислительные технологии;
- технологии программирования;
- технологии моделирования;
- технологии проектирования;
- технологии управления;
- технологии информационной безопасности;
- интеллектуальные технологии;
- инновационные технологии.

Отличительные особенности современных технологий научно-образовательных сред заключаются в следующем:

- гармоничное сочетание методов и методик фундаментальной, прикладной и технических наук;
- ориентация на формирование системы компетенций выпускников, обеспечивающей успешную профессиональную карьеру в условиях рыночной экономики;
- высокая концентрация технологий, регламентированных международными стандартами;

- поддержка и профилирование инновационной деятельности по развитию наукоёмких информационных технологий в русле экономики знаний;
- использование эффективных приёмов интеграции известных и новых информационных технологий;
- реализация методологий генерации системно-аналитического ядра информационных технологий, обеспечивающего высокие гарантии качества по различным профилям надёжности, производительности, информационной безопасности, интеллектуальности, мобильности и бизнес-эффективности;
- ориентация создаваемых в среде приложений для информационных инфраструктур на достижение устойчивой конкуренции результатов деятельности предприятий, организаций, компаний и корпораций;
- непрерывное обновление технологий управления знаниями;
- извлечение преимуществ технологий виртуализации в контексте профессиональной деятельности в информационных инфраструктурах;
- оперативное внедрение технологических новинок научно-образовательных сред;
- поддержка сравнительного контекста представляемых решений с технологическими достижениями трансконтинентальных корпораций;
- привлечение обучающихся к перспективным инновационным научно-методическим и научно-техническим проектам;
- формирование и развитие у обучающихся навыков управления в сфере организации и сопровождения профессиональной деятельности;
- партнёрское взаимодействие с представителями крупного, среднего и малого бизнеса при сопровождении образовательной программы;
- приоритетное внедрение отечественных разработок международного уровня при развитии информационных инфраструктур среды;
- непрерывное совершенствование образовательных технологий в контексте экономики знаний;
- адаптация интегрированных информационных технологий, продуктов и услуг к различным типам современных организационных структур экономики;
- выполнение требований стандартов управления качеством;
- формирование мотивации креативного лидерства в профессиональной деятельности;
- инициативная поддержка профессиональной карьеры выпускников.

4. Представление реализаций научно-образовательных сред

4.1. Пример интеграции технологий – среда ANSYS MS WCCS

В среде ANSYS MS WCCS (рис. 4.1) [30] используется интеграция следующих технологий:

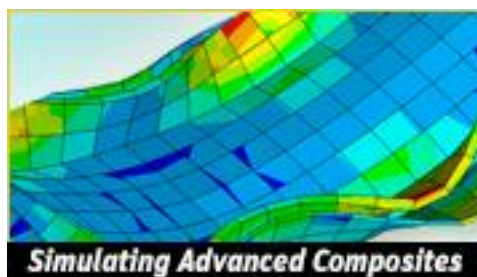


Рис. 4.1. Представление среды ANSYS MS WCCS

- наукоёмкие технологии;
- технологии моделирования сложных систем;
- сетевые технологии;
- технологии высокопроизводительных вычислений;
- технологии защиты информации;
- инновационные технологии.

Характеристика сетевых решений среды ANSYS MS WCCS и поддерживаемых интерфейсов взаимодействия с CAD-системами раскрывается соответственно в табл. 4.1 и табл. 4.2.

Таблица 4.1

Поддерживаемые сети передачи данных в среде ANSYS MS WCCS
версии ANSYS 14.0

Distributed ANSYS Mechanical

Платформа	Ethernet/GigE	Infiniband	Myrinet	Специфический интерконнект
Windows / x86	Platform MPI	Platform MPI	Platform MPI	
Windows / x64	8.1.2 Intel MPI 4.0.2	8.1.2 Intel MPI 4.0.2	8.1.2 Intel MPI 4.0.2	
Windows HPC Server 2008	Microsoft HPC Pack (MS MPI)	Microsoft HPC Pack (MS MPI)		
Linux / x86	Platform MPI	Platform MPI		

Linux / x64		8.1.2 Intel MPI 4.0.2	8.1.2 Intel MPI 4.0.2		
Linux /Itanium		Platform MPI 8.1.2	Platform MPI 8.1.2		
SGI ProPack /Itanium		Platform MPI 8.1.2	Platform MPI 8.1.2	Platform MPI 8.1.2	SGI MPT 1.14
ANSYS Fluent					
Платформа		Ethernet/GigE	Infiniband	Myrinet	Специфический интерконнект
Windows / x86		Platform MPI 8.1.2 Intel MPI 4.0.2			
Windows / x64		Platform MPI 8.1.2 Intel MPI 4.0.2	Platform MPI 8.1.2 Intel MPI 4.0.2		
Windows Server 2008	HPC	Microsoft HPC Pack (MS MPI)	Microsoft HPC Pack (MS MPI)	Microsoft HPC Pack (MS MPI)	
Linux / x64		Platform MPI 8.1.2 Intel MPI 4.0.2 OpenMPI 1.3.3	Platform MPI 8.1.2 Intel MPI 4.0.2 OpenMPI 1.3.3	Platform MPI 8.1.2 OpenMPI 1.3.3	
Linux /Itanium		Platform MPI 8.1.2	Platform MPI 8.1.2	Platform MPI 8.1.2	SGI MPT 1.14

Таблица 4.2

Поддерживаемые интерфейсы взаимодействия с CAD-системами в версии ANSYS 14.0

Формат CAD	Версия CAD- системы	Windows 64 на x64				Windows 32 на x86			Linux 64 на x64			
		Microsoft Windows 7 x64	Microsoft Windows Vista x64	Microsoft Windows XP Pro x64	Microsoft Windows 7 32-bit	Microsoft Windows Vista 32-bit	Microsoft Windows XP Pro 32-bit	SUSE Linux Enterprise (SLES) 11	SUSE Linux Enterprise (SLES) 10	Red hat Enterprise Linux (RHEL) 6	Red hat Enterprise Linux (RHEL) 5	
ACIS (SAT)	ACIS 21	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
CADNexus/CAPRI CAE Gateway	CATIA V5 R21	+	+	+	+	+	+					
	CATIA V5 R20	+	+	+	+	+	+					
	CATIA V5 R19	+ ¹	+	+	+ ¹	+	+					
	CATIA V5 R20	+	+	+	+	+	+					
CATIA	CATIA V4.2.4	+	+	+	+	+	+					
GAMBIT	2.4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
IGES	4.0, 5.2, 5.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
JTOpen	8.0, 8.1	+	+	+	+	+	+					
Parasolid	24.0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
STEP	AP203, AP214	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
AutoCAD	2011, 2012	+	+	+	+	+	+					

Продолжение табл. 4.2

	Inventor 2013	+		+	+		+			
Autodesk Inventor	Inventor 2012	+	+	+	+	+	+			
	Inventor 2011	+	+	+	+	+	+			
Autodesk Inventor Reader	Inventor 2011	+	+	+	+	+	+			
CoCreate Modeling	18.0	+	+	+	+	+	+			
	17.0	+	+	+	+	+	+			
NX	NX 8.0	+	+	+	+	+	+	+		
	NX 7.5	+	+	+	+	+	+		+ ²	+ ³
	NX 6.0	+	+	+	+	+	+		+ ²	
NX Reader	NX 7.5	+	+	+	+	+	+			
	Creo Parametric 1.0	+		+	+					
Creo Parametric (бывш. Pro/ENGINEER)	Pro/ENGINEER Wildfire 5	+ ⁴	+	+	+ ⁴	+	+			
	Pro/ENGINEER Wildfire 4	+ ⁵	+	+	+ ⁵	+	+			
Creo Parametric (бывш. Pro/ENGINEER) Reader	Pro/ENGINEER Wildfire 5	+	+	+	+	+	+			
Solid Edge	Solid Edge 104 ST4	+	+	+	+	+	+			
	Solid Edge 103 ST3		+ ⁶	+ ⁶		+ ⁶	+ ⁶			
SolidWorks	SolidWorks 2012	+	+ ⁷	+ ⁸	+	+ ⁷	+ ⁹			
	SolidWorks 2011	+	+ ⁷	+ ⁸	+	+ ⁷	+ ⁹			
	SolidWorks 2010	+ ¹⁰	+	+	+ ¹⁰	+	+			
SolidWorks Reader	SolidWorks 2011	+	+	+	+	+	+			
Teamcenter Engineering	UNI 8.3 c NX 7.5.2	+ ¹¹		+ ¹¹	+ ¹¹					+ ¹¹
	UNI 8.1 c NX 7.5	+ ¹¹		+ ¹¹	+ ¹¹					+ ¹¹
	Eng 8.0 c NX 6.0			+ ¹¹						+ ¹¹

1. Требуется наличие CATIA V5R19 SP6 или более поздней версии

2. Поддерживается SUSE Enterprise Linux (SLES) 10 SP2

3. Поддерживается Red Hat 5.3

4. Требуется наличие Pro/E Wildfire 5 M020

5. Требуется наличие Pro/E Wildfire 4 M120

6. Объекты линий из Solid Edge будут названы «Face Set_N», где N – порядковый номер объекта, вместо имени объекта в Solid Edge (например, «Keypoint Curve 1»), как это было в предыдущих версиях. Привычное обозначение будет возвращено в последующих версиях

7. Требуется наличие установленной Microsoft Windows Vista SP1 или более позднего сервис-пака

8. Требуется наличие установленной Microsoft Windows XP Professional SP2

9. Требуется наличие установленной Microsoft Windows XP Professional SP3

10. Требуется наличие SolidWorks 2010 SP1

11. Поддерживается только plug-in.

Соответствие сертифицированных графических карт драйверам описывается в табл. 4.3.

4.2. Пример интеграции технологий – среда ABAQUS

- В среде ABAQUS [31] используются следующие технологии;
- наукоёмкие технологии;
 - технологии моделирования сложных систем и процессов;
 - сетевые технологии;
 - технологии высокопроизводительных вычислений;
 - инновационные технологии.

Стартовое окно среды ABAQUS приводится на рис. 4.2. Рабочее пространство среды ABAQUS демонстрируется на рис. 4.3.

Таблица 4.3

Сертифицированные графические карты в версии ANSYS 14.0

Графическая карта	Версия драйвера
	NVIDIA Quadro 2000 nvd3dumx.dll, nvwgf2umx.dll, nvwgf2umx.dll, nvd3dum, nvrigrf2um, nvwgf2um Version: 8.17.12.7614 Установленные драйвера:
	NVIDIA Quadro 4000 nvd3dumx.dll, nvwgf2umx.dll, nvwgf2umx.dll, nvd3dum, nvrigrf2um, nvwgf2um Version: 8.17.12.7614 Установленные драйвера:
	NVIDIA Quadro 6000 nvd3dumx.dll, nvwgf2umx.dll, nvwgf2umx.dll, nvd3dum, nvrigrf2um, nvwgf2um Version: 8.17.12.7628 Установленные драйвера:
	NVIDIA Quadro FX 580 nvd3dum.dll, nvwgf2um.dll, nvwgf2um.dll Version: 8.17.12.7628 Установленные драйвера:
	AMD FirePro V3900 (ATI FireGL) aticfx64.dll, aticfx64.dll, aticfx32, aticfx32, aticfx32, atiumd64.dll, atidxx64.dll, atidxx64.dll, atiumdag, atidxx32, atidxx32, atiumdva, atiumd6a.cap, atitmm64.dll Version: 8.911.3.1000 Установленные драйвера:
	AMD FirePro V4900 (ATI FireGL) aticfx32.dll, aticfx32.dll, aticfx32.dll, atiumdag.dll, atidxx32.dll, atiumdva.cap Version: 8.850.7.1000 Установленные драйвера:
	AMD FirePro V4900 (ATI FireGL) aticfx64.dll, aticfx64.dll, aticfx64.dll, aticfx32, aticfx32, aticfx32, atiumd64.dll, atidxx64.dll, atidxx64.dll, atiumdag, atidxx32, atidxx32, atiumdva, atiumd6a.cap, atitmm64.dll Version: 8.850.7.1000 Установленные драйвера:
	AMD FirePro V5900 (ATI FireGL) aticfx64.dll, aticfx64.dll, aticfx64.dll, aticfx32, aticfx32, aticfx32, atiumd64.dll, atidxx64.dll, atidxx64.dll, atiumdag, atidxx32, atidxx32, atiumdva, atiumd6a.cap, atitmm64.dll Version: 8.14.01.6195 Установленные драйвера:
	AMD FirePro V7900 (ATI FireGL) aticfx64.dll, aticfx64.dll, aticfx64.dll, aticfx32, aticfx32, aticfx32, atiumd64.dll, atidxx64.dll, atidxx64.dll, atiumdag, atidxx32, atidxx32, atiumdva, atiumd6a.cap, atitmm64.dll Version: 8.14.01.6195 Установленные драйвера:

Одной из особенностей среды ABAQUS является использование модулей, каждый из которых содержит некоторый набор действий, близких по значению и необходимых для построения конечно-элементной модели и дальнейших операций с ней. Это упрощает и обеспечивает более наглядную работу в среде ABAQUS.

Для выбора модуля в левой части панели основных компонент есть нисходящий список Module:

PART – модуль, предназначенный для создания деталей, задания их геометрии, опорных точек и систем координат;

PROPERTY – модуль, предназначенный для задания свойств материалов, сечений, применяемых в модели;

ASSEMBLY – модуль, предназначенный для задания взаимного расположения деталей и сборки их в единую модель;

STEP - модуль, предназначенный для создания шагов расчёта и определения выходных данных по результатам;

INTERACTION – модуль, предназначенный для определения взаимодействий между деталями, контактными участками и их свойств;

LOAD – модуль, предназначенный для создания нагрузок, прикладываемых к модели, а также начальных и граничных условий для неё;

MESH – модуль, предназначенный для построения конечно-элементной сетки;

JOB – модуль, предназначенный для создания файла выходных данных, проверки построенной модели, запуска вычислительного процесса и контроля над ним;

VISUALISATION – модуль, предназначенный для просмотра результатов расчёта и обработки полученных данных;

SKETCH – модуль, предназначенный для сохранения эскизов и чертежей полученной модели.



Рис. 4.2. Стартовое окно среды АВАQUS

Для ускорения работы с основными функциями и наглядного представления элементов модели в Abaqus/CAE используется дерево модели. Каждый элемент в дереве модели соответствует работе с конкретным модулем и активизирует создание соответствующего элемента модели. Ниже представляются наиболее часто используемые элементы, представленные на рис.4.4.

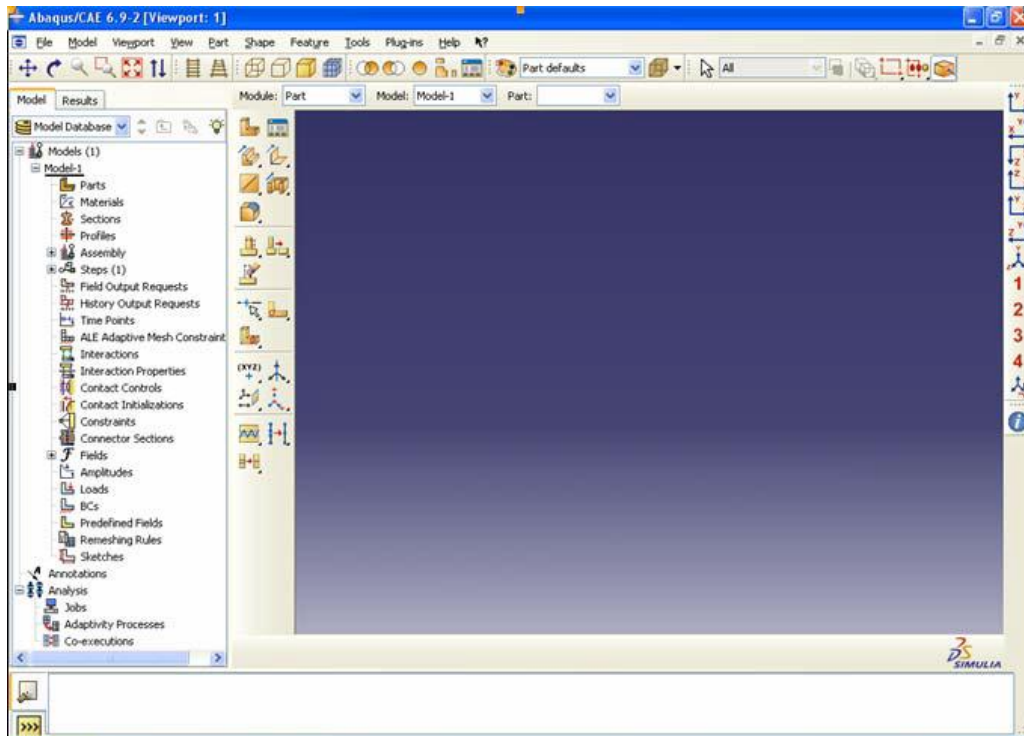


Рис. 4.3. Рабочее пространство среды ABAQUS

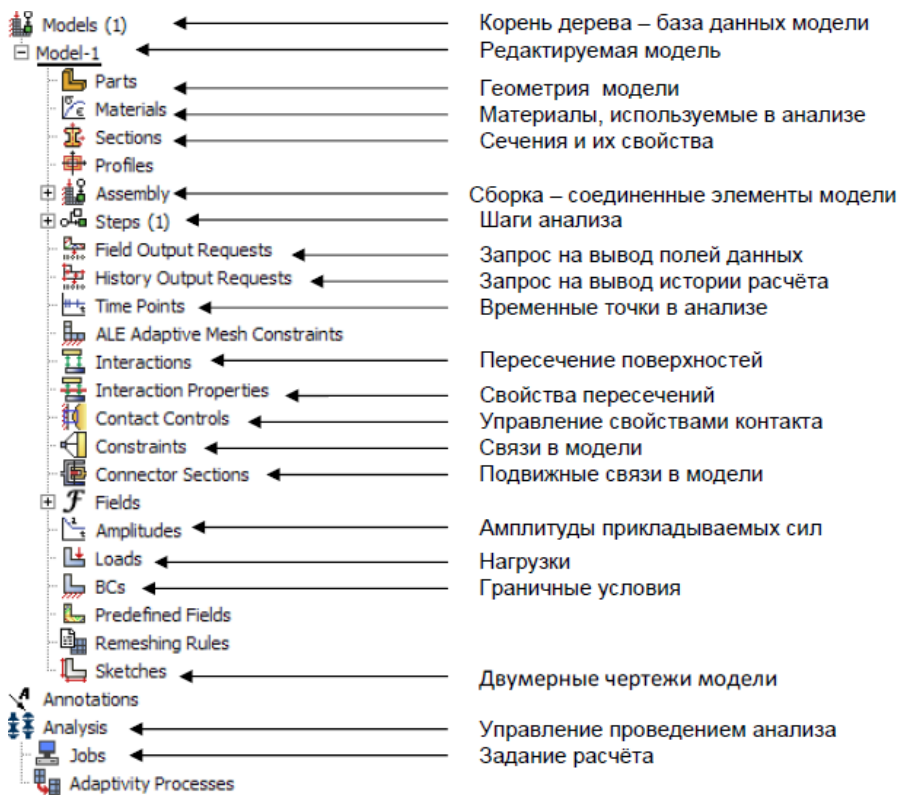


Рис. 4.4. Пример визуализации результата исследования – анализа частотных характеристик

4.3. Пример интеграции технологий – среда DEFORM

Среда DEFORM [32] может разворачиваться на платформах, описанных в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Поддерживаемые платформы

Платформа	Версия ОС	Компиляторы
Microsoft Windows XP/ Microsoft Vista*	n/a	f90/f95 - Absoft Fortran 95 compiler version 7.0, version 7.5, version 9.0
HP-UX Unix 11.00 (PA- RISC)	HP-UX B.11.00 9000/785	HP/FORTRAN S700 B.11.01.20
HP-UX Unix 11.23 (Itanium)	HP-UX B.11.23 ia64	HP/FORTRAN S700
CentOS Linux 4.x	Linux 2.6.9-67.0.4.ELsmp x86_64	f90/f95 - Absoft Fortran 95 compiler version 10.0 (64 bit compiler)
HP-UX Linux 4.3	Linux 2.6.9- 42.3sp.XCsmp x86_64	f90/f95 - Absoft Fortran 95 compiler version 10.0 (64 bit compiler)
SuSE Linux 9.2	Linux 2.6.8-24.25-default i686	f90/f95 - Absoft Fortran 95 compiler version 9.0
Red Hat Linux 7.2	Linux 2.4.20-28.7 i686	f90/f95 - Absoft Fortran 95 compiler version 7.5
Digital UNIX 4.0G (Rev. 1530)	OSF1 V4.0 alpha	Compaq Fortran 90/77 v5.3

Во всех перечисленных платформах реализуется технология параллельных вычислений.

Параллельными вычислениями обеспечиваются преимущества многопроцессорных рабочих станций и кластеров, а именно, использование максимально подробной сетки и значительное сокращение времени решения задач моделирования процессов обработки металлов давлением, термической и механической обработки. Дальнейшая оптимизация методов параллельных вычислений является одной из приоритетных задач в развитии DEFORM.

В среде DEFORM используются следующие технологии:
– наукоёмкие технологии;

- технологии моделирования процессов обработки металлов давлением;
- технологии пространственной визуализации;
- инновационные технологии.

4.4. Пример интеграции технологий – среда FlowVision

В среде FlowVision [33] используются следующие технологии:

- наукоёмкие технологии;
- технологии моделирования потоков жидкости и газа;
- технологии пространственной визуализации;
- сетевые технологии;
- технологии высокопроизводительных вычислений;
- инновационные технологии.

На рис. 4.5 – 4.8 приводятся образы среды при выполнении типовых действий.

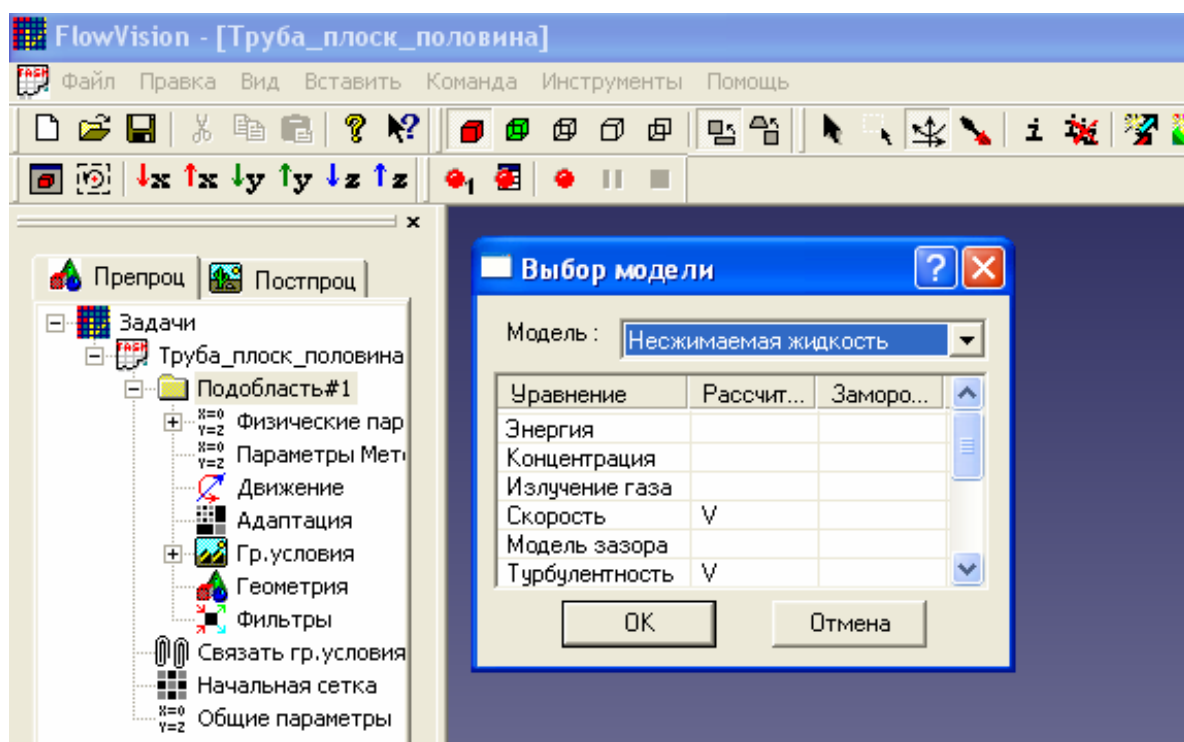


Рис. 4.5. Пример формирования модели в среде FlowVision

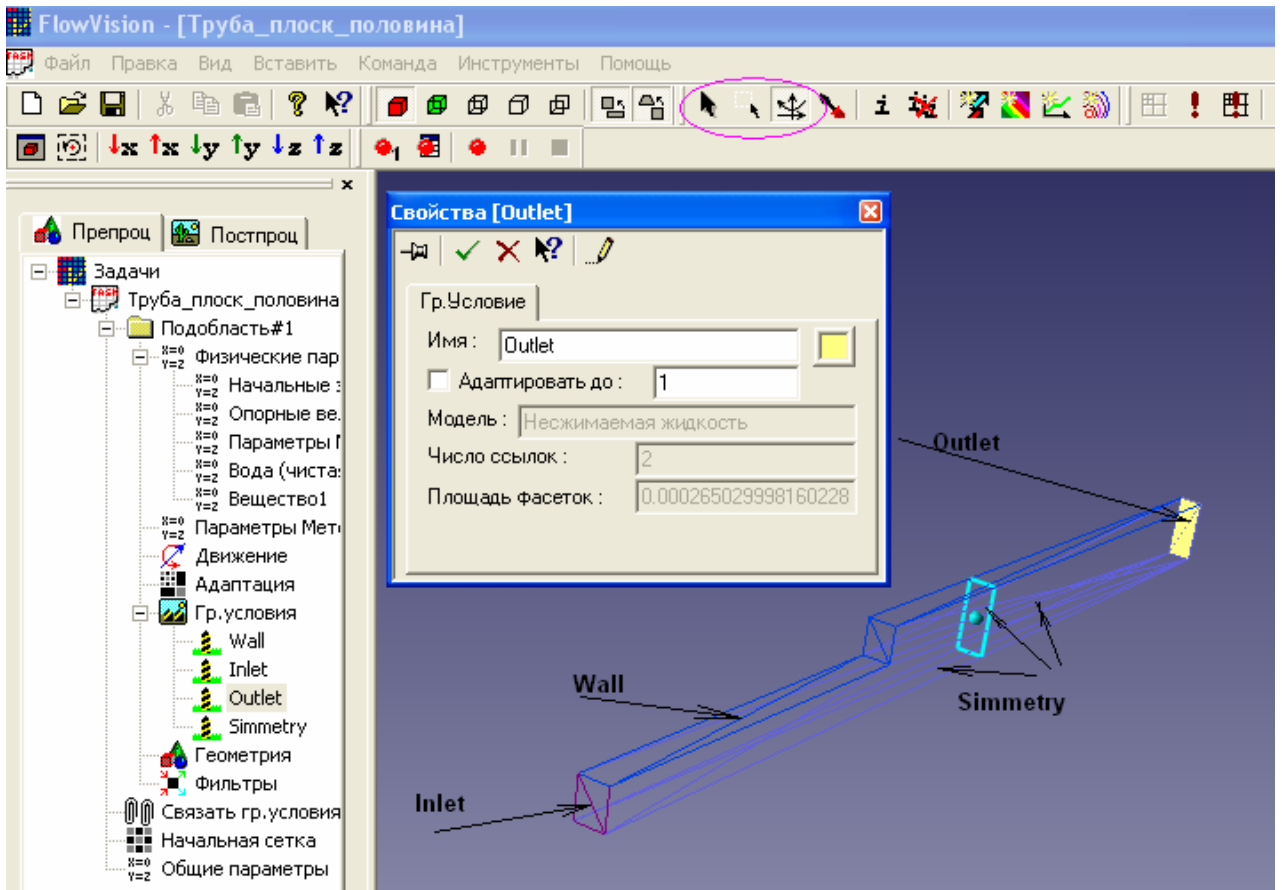


Рис. 4.6. Пример определения граничных условий

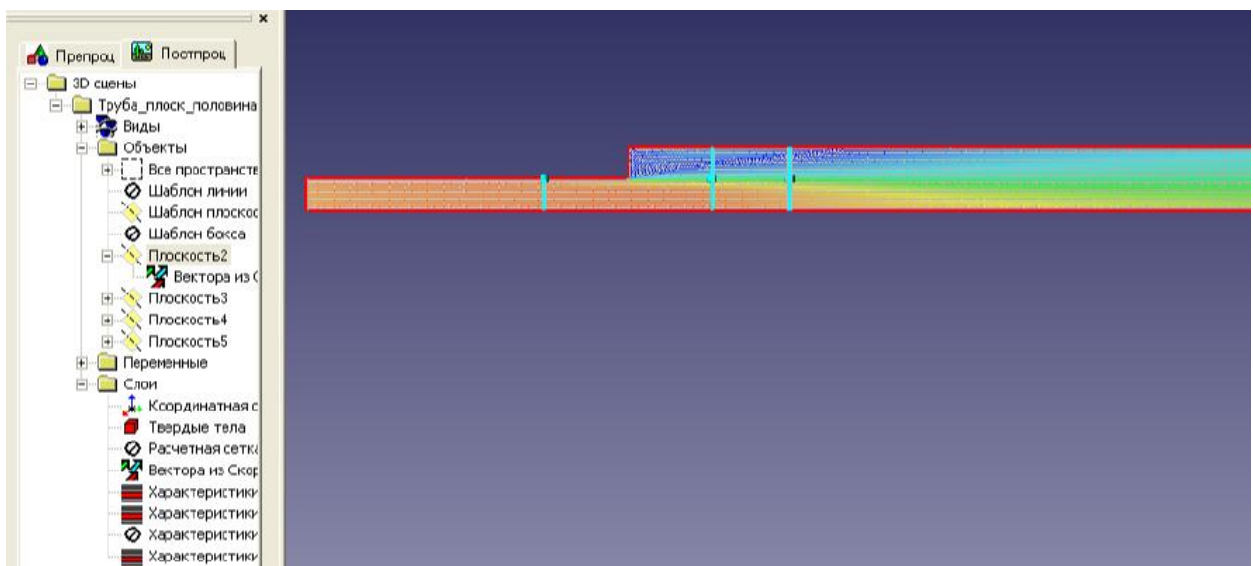


Рис. 4.7. Пример визуализации поля скоростей в расширяющемся канале

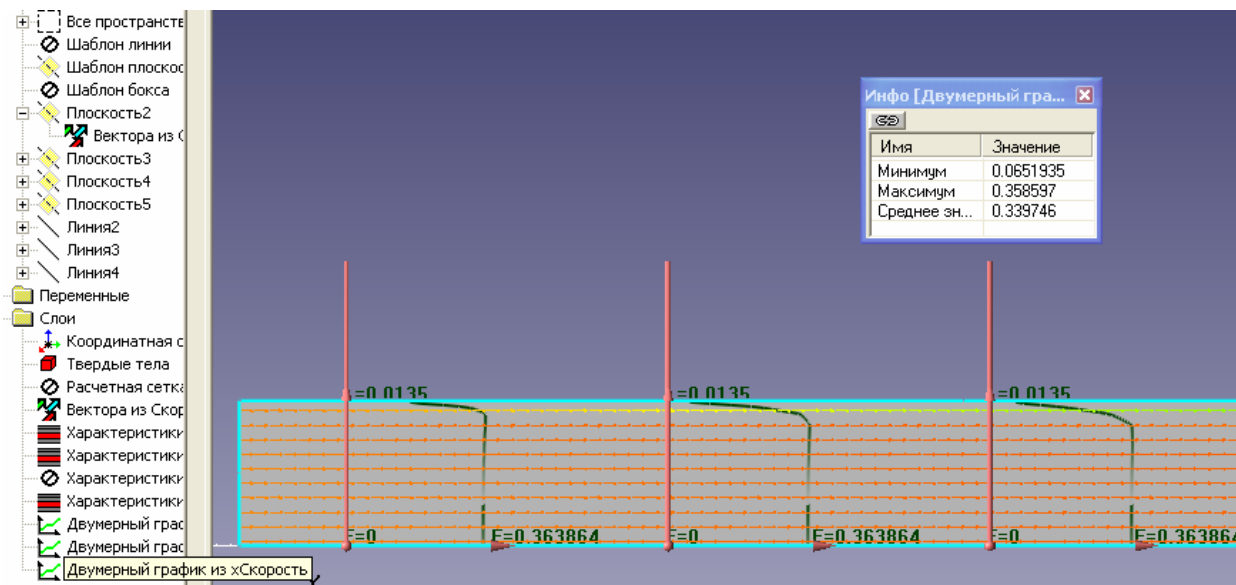


Рис. 4.8. Пример визуализации профиля скоростей в расширяющемся канале

5. Классификация и характеристика концепций научно-образовательных сред

5.1. Классификация концепций научно-образовательных сред

В толковом словаре по информатике [1] под средой понимается окружение (environment), в котором функционирует объект.

Научно-образовательная среда трактуется в более широком смысле её содержания.

Научно-образовательная среда (НОС) – это системно организованная совокупность систем генерации, регистрации и учёта, хранения, тиражирования, распределения, отображения, передачи и защиты любых видов информации, информационных ресурсов, ресурсов знаний, протоколов взаимодействия, аппаратно-программного и организационно-методического обеспечения, систем планирования, управления и мониторинга, ориентированная на эффективную научно-образовательную деятельность.

Наряду с определением понятия научно-образовательной среды, в системе образования широко пользуются понятием информационно-образовательной среды. Наиболее часто исследователи придерживаются следующих определений понятия информационно-образовательной среды:

- системно организованная совокупность информационного, технического, учебно-методического обеспечения, неразрывно связанная с человеком как субъектом образовательного процесса [34];

- антропософический релевантный информационный антураж, предназначенный для раскрытия творческого потенциала и талантов обучающего и обучающегося [35];
- единое информационно-образовательное пространство, построенное с помощью интеграции информации на традиционных и электронных носителях, компьютерно-телекоммуникационных технологиях взаимодействия, включающее в себя виртуальные библиотеки, распределенные базы данных, учебно-методические комплексы и расширенный аппарат дидактики [36].

Научно-образовательная среда от информационно-образовательной сред отличается не только видом выполняемой деятельности субъектов, но и более высокой степенью заполнения наукоёмкими технологиями.

Основа любой научно-образовательной среды образуется посредством интеграции выделяемого множества технологий. В связи с этим каждая научно-образовательная среда базируется на множестве концепций, в котором различаются:

- генеральная концепция;
- аспектно-ориентированные концепции;
- технологические концепции;
- предметно-ориентированные концепции.

Генеральной концепций должна являться Концепция модернизации российского образования на период до 2020 г. и далее, определяющей характеристикой которой является применение компетентностного подхода к организации выполнения и формированию содержания образовательных программ в системе образования Российской Федерации.

Аспектно-ориентированные концепции характеризуются международным или национальным масштабом и касаются жизнедеятельности в социуме. Например, концепция всеобщего менеджмента качества характеризуется с позиций международного масштаба.

В соответствии с философскими учениями основа аспектно-ориентированной концепции должна базироваться на общих категориях и закономерностях бытия.

Согласно онтологическому подходу категории, выбираемые для определения, соотносятся с выдвигаемой парадигмой, принимаемой применительно к магистральным направлениям развития социума.

Концептуальная канва является по содержанию наиболее общей формой выражения целей, проблем, задач и решений в направлении повышения эффективности социума и его профессиональной деятельности.

Благодаря развитию теории интеллектуальных систем в настоящее время сформировались образы категорий, используемых для описания абстракций верхнего уровня.

Существующие образы категорий могут закладываться в определение концептуальной канвы.

Среди систем, объединяющих существующие образы категорий для описания абстракций верхнего уровня, выделяются следующие системы:

Система категорий 1 – частности: существующие в мире объекты; универсальные понятия: понятия, необходимые для описания частных.

Система категорий 2 – независимое: понятия, существующие независимо от наличия каких-либо других объектов; связанное отношением: понятия, используемые для определения играемых ролей; посредствующее: среда или контекст, где реализуется предыдущее понятие; непрерывное; дискретное.

Система категорий 3 – единичный объект; независимый объект; временные объекты.

Система категорий 4 – конфигурация; элемент; последовательность.

Система категорий 5 – ситуация; сущность.

Система категорий 6 – живой объект; неживой объект.

Перечисленные системы категорий отличаются особой значимостью в силу их непосредственной связи с разработанными формализмами, позволяющими отображать знания на спецификации информационных инфраструктур.

В национальном масштабе верхний уровень иерархического представления концептуальной канвы опирается на действующие законы и доктрины.

В настоящее время исследователями выделяются следующие аспекты: информационный, психологический, социокультурный, духовный, организационный, межличностный, предметный, регулятивный.

Примером аспектно-ориентированной концепции может являться концепция, раскрытая в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации [37].

В указанной доктрине представляется система официальных взглядов на цели, задачи, принципы и основные направления обеспечения информационной безопасности.

5.2. Характеристика концепции информационной безопасности

Концепция используется для совершенствования правового, методического, научно-технического и организационного обеспечения научно-образовательных сред.

Концепцией охватываются следующие аспекты:

- информационная безопасность Российской Федерации;
- методы обеспечения информационной безопасности Российской Федерации;

- основные положения государственной политики обеспечения информационной безопасности Российской Федерации и первоочередные мероприятия по её реализации;
- организационная основа системы обеспечения информационной безопасности Российской Федерации.

В общих положениях доктрины определяются национальные интересы Российской Федерации в информационной сфере и их обеспечение, виды угроз информационной безопасности, источники угроз информационной безопасности, состояние информационной безопасности Российской Федерации и основные задачи по её обеспечению. Научно-образовательная среда является объектом информационной сферы. В связи с этим общие положения доктрины распространяются и на научно-образовательные среды.

При определении методов обеспечения информационной безопасности Российской Федерации основное внимание обращается на общие методы, особенности обеспечения информационной безопасности Российской Федерации в различных сферах общественной жизни, международное сотрудничество Российской Федерации в области обеспечения информационной безопасности. Научно-образовательная деятельность считается одной из основных видов жизнедеятельности, поэтому общие методы, предусмотренные в концепции, должны закладываться в методическое обеспечение научно-образовательных сред.

В контексте третьего аспекта формулируются основные положения государственной политики обеспечения информационной безопасности Российской Федерации, намечаются первоочередные мероприятия по реализации государственной политики обеспечения информационной безопасности Российской Федерации. Первоочередные мероприятия должны касаться и научно-образовательных сред.

В контексте четвёртого аспекта устанавливаются основные функции системы обеспечения информационной безопасности Российской Федерации, основные элементы организационной основы системы обеспечения информационной безопасности Российской Федерации. Положения этой части концепции должны применяться в организационном обеспечении научно-образовательных сред.

Информационная безопасность научно-образовательной среды выражается в системной организации следующих составляющих:

- в безопасности ресурсов среды и её инфраструктуры;
- в безопасности личной информации субъекта образования, его личной информационно-образовательной среды;
- в безопасности самого субъекта образования при его взаимодействии с научно-образовательной средой и общей социально-информационной средой.

Концептуально различается ряд уровней обеспечения информационной безопасности:

- уровень инфраструктуры;
- уровень педагогической системы;
- уровень субъекта;
- уровень информационно-образовательной среды.

В соответствии с концепцией информационной безопасности разрабатывается системно-аналитическое ядро безопасных информационных технологий [38 – 55].

5.3. Характеристика технологических концепций

Каждая технология, образующая технологическое ядро научно-образовательной среды, базируется на соответствующей концепции. Технологические концепции определяются в соответствующих стандартах, среди которых различаются международные, национальные, отраслевые и корпоративные.

Практически каждая технологическая концепция придерживается соблюдения следующих ключевых принципов:

- принцип многосредности научно-образовательной среды;
- принцип многоплатформенности научно-образовательной среды;
- принцип доступности научно-образовательной среды и её ресурсов;
- принцип широкой и открытой сферы применения ресурсов научно-образовательной среды;
- принцип адаптируемости научно-образовательной среды;
- принцип эффективности научно-образовательной среды;
- принцип определённой инвариантности технологии.

Помимо ключевых принципов каждая технологическая концепция образуется посредством разработки и обеспечения системы уникальных принципов.

Для сетевых технологий базовой является концепция взаимодействия открытых систем, которую изучают при получении первого уровня высшего профессионального образования.

Например, в семействе стандартов пикосетей IEEE 802.15.1 технологическая концепция базируется на следующей системе принципов:

- обеспечение открытого протокола распределённого доступа;
- поддержка универсального радиointерфейса, связывающего друг с другом различные устройства и не требующего дорогостоящей аппаратной поддержки;
- разделение полосы частот на подканалы;
- использование пакетного способа передачи информации с временным мультиплексированием;

- использование в качестве технологии модуляции технологии размазанного спектра;
- поддержка соединений типа точка-точка и точка-многоточка;
- поддержка как синхронной, так и асинхронной связи;
- поддержка различных клиентских приложений.

Другой пример касается технологической концепции семейства стандартов локальных беспроводных сетей IEEE 802.11. В указанной концепции различаются следующие принципы:

- совместимость стандартов внутри семейства;
- поддержка радиointерфейса;
- решение функциональных задач на двух уровнях модели взаимодействия открытых систем;
- обеспечение безопасной передачи данных;
- защита информации с помощью механизмов, реализуемых на уровне звена передачи данных;
- использование пакетной передачи данных;
- применение в качестве технологии модуляции технологии размазанного спектра;
- поддержка двух основных способов организации сети: равный с равным и в виде структурированной сети;
- использование как централизованного, так и распределённого управления.

Ещё один пример связан с семейством технологий IEEE 802.16. В технологическую концепцию указанного семейства стандартов включается ниже приводимая система принципов:

- обеспечение широкополосного радиодоступа операторского класса с интеграцией услуг;
- оптимальное использование спектрального ресурса радиоканала при любых соотношениях «скорость – помехоустойчивость»;
- поддержка заданного уровня качества обслуживания любого абонента сети;
- внедрение в городских (региональных) распределённых беспроводных сетях;
- решение функциональных задач только на двух уровнях: на физическом уровне и на уровне звена передачи данных;
- поддержка различных режимов работы беспроводной сети;
- организация магистрального режима работы беспроводной сети;
- организация режима работы в безлицензионных частотных диапазонах;
- поддержка механизма автоматического запроса повторной передачи информации;
- поддержка работы с адаптивными антеннами;
- поддержка пространственно-временного кодирования;
- поддержка архитектуры сети типа «точка-многоточка»;

- поддержка децентрализованной сети взаимодействующих друг с другом систем;
- использование временного и частотного дуплексирования;
- использование режима динамического распределения частот.

В жизненном цикле научно-образовательных сред опорный базис технологических концепций непрерывно обновляется по мере их развития и смены клиентского окружения.

На основе технологических концепций разрабатывается математическое обеспечение технологий [56 – 76].

5.4. Характеристика предметно-ориентированных концепций

Предметно-ориентированные концепции представляют собой системы взглядов на тот или иной предмет профессиональной деятельности.

В настоящее время пристальный интерес наблюдается к сервис-ориентированной архитектуре. В этой связи остановимся на описании предметно-ориентированной концепции применительно к сервис-ориентированной архитектуре [77 – 83].

В сфере экономики сервис-ориентированная архитектура представляется как набор бизнес-методов, методов процесса, организационных методов и методов управления, объединяемых в гибкую систему, позволяющую снизить возможность невыполнения профессиональных функций и оценить значимость информационных технологий в получении конкурентных преимуществ. В технической сфере определяются различные представления SOA. В области информационных технологий сервис-ориентированная архитектура трактуется как методология построения информационных систем в соответствии с моделями деятельности, учитывающими бизнес-приоритеты в рыночных условиях. В области информационных сетей сервис-ориентированная архитектура рассматривается как компонентная модель связи функциональных модулей программных приложений посредством определенных интерфейсов и соглашений между ними. Модули именуются сервисами (службами или сервис-ориентированными средствами).

Концепции сервис-ориентированной архитектуры ставятся в соответствие следующие принципы:

- 1) мера связанности сервисов между собой и бизнесом отражается зависимостями в отношениях между предметом автоматизации и логикой;
- 2) взаимодействие сервисов подчиняется контрактным правилам, которыми в техническом контексте определяются ограничения, свойства, политика применения, приоритеты, программные интерфейсы, коммуникационные требования;
- 3) внутренняя логика сервисов изолируется от окружающей среды;

- 4) сервисами допускается композиция, которая может оформляться в виде сервиса следующего уровня;
- 5) любой сервис может использоваться многократно;
- 6) каждый сервис должен являться самоуправляемым и обнаруживаемым;
- 7) нейтральность сервиса по отношению к обращающимся модулям должна обеспечиваться отсутствием собственного состояния.

В корпоративных гетерогенных сетях различаются три основных типа сервисов: сервисы бизнес-функций, сервисы инфраструктуры и сервисы жизненного цикла. Сервисы первого типа предназначаются для автоматизации профессиональной деятельности. Сервисами второго типа выполняется отображение сервисов бизнес-функций на платформы инфраструктуры. Сервисами третьего типа осуществляется дизайн, внедрение, управление и изменение сервисов первых двух типов.

5.5. Системное объединение концепций

Системное объединение концепций ориентируется на:

- создание условий для развития личности и повышение качества образования за счет развития ее учебной мотивации, образовательной и дисциплинарной компетентности в процессе взаимодействия с личностно-ориентированными компонентами научно-образовательной среды.
- личностное развитие субъектов образования посредством формирования их профессиональных компетенций в межсредовом взаимодействии обучающихся и обучающихся.
- усиление информационно-психологического, духовного, социокультурного и мировоззренческого воздействия научно-образовательных сред на субъектов образования, на их личные качества, к усилению обратной связи этого воздействия.
- насыщение научно-образовательной среды информационно-образовательными и электронно-образовательными ресурсами – как специализированными, так и стандартными, имеющими определенное назначение и открытую сферу применения.
- разделение информационного труда при формировании ресурсов научно-образовательной среды в соответствии с компетентностью и компетенцией субъектов – их специализацией и обязанностями, информационными правами и ответственностью.
- расширение ресурсной базы научно-образовательной среды по развитию межпредметной и метапредметной связи за счет учебно-информационных средств достижения метапредметных, образовательных и личностных результатов.
- усиление информационно-педагогического управления научно-образовательной средой.

- обеспечение эффективного использования во всех видах деятельности образовательного учреждения существующих и постоянно развивающихся информационно-образовательных ресурсов, ресурсов глобальной сети Интернет научно-образовательного применения.
- организацию оперативного информационно-коммуникативного взаимодействия всех участников научно-образовательных процессов во всей жизнедеятельности образовательного учреждения.
- насыщение наукоёмкого ядра, обеспечивающего повышение эффективности профессиональной деятельности и генерацию инноваций в продукционной деятельности.
- безопасное и эффективное адаптивное управление масштабом научно-образовательной среды;
- поддержку современной информационной инфраструктуры, являющейся платформой для научно-образовательной среды;
- обеспечение связи стратегий бизнеса и технологических стратегий, направленной на достижение устойчивой конкурентоспособности результатов коллективной профессиональной деятельности.

Принципы объединения концепций:

- принцип системности;
- принцип открытости;
- принцип развиваемости;
- принцип вариативности;
- принцип управления качеством;
- принцип управления знанием;
- принцип управления информацией;
- принцип личностного ориентирования;
- принцип мультикастинга;
- принцип оперативности;
- принцип рыночной рентабельности;
- принцип конкурентоспособности.

Согласно представленным принципам осуществляется развитие технологического базиса научно-образовательных сред [84 – 93].

6. Стандарты технологий научно-образовательных сред

6.1. Классификация стандартов технологий научно-образовательных сред

Стандарты технологий научно-образовательных сред по статусу подразделяются на международные, национальные, отраслевые и корпоративные.

Основная роль в развитии научно-образовательных сред играют международные стандарты, которые разрабатываются на основе шести

принципов, определенных Всемирной торговой организацией: открытость, прозрачность, непредвзятость и соблюдение консенсуса, эффективность и целесообразность, согласованность и нацеленность на развитие.

По назначению стандарты объединяются в следующие группы:

- группа образовательных стандартов систем образования;
- группа аспектно-ориентированных стандартов;
- группа технологических стандартов;
- группа предметно-ориентированных стандартов.

В системе образования Российской Федерации действуют федеральные государственные образовательные стандарты, относящиеся к общему образованию, среднему профессиональному образованию и высшему профессиональному образованию. В системе среднего и высшего профессионального образования стандарты распределяются по принятой группе направлений. С любым из действующих федеральных государственных образовательных стандартов можно ознакомиться на сайте Министерства науки и образования Российской Федерации.

К группе аспектно-ориентированных стандартов относятся профессиональные стандарты и стандарты качества.

6.2. Профессиональные стандарты

Профессиональными стандартами охватываются профессии, соответствующие существующим видам профессиональной деятельности.

Решения научных задач и проблем, связанных с разработкой профессиональных стандартов, представляются в [94 – 96].

Ассоциацией предприятий компьютерных и информационных технологий при поддержке Минкомсвязи России разработано несколько профессиональных стандартов, имеющих рекомендательный характер. Указанные документы находятся в свободном доступе и предоставляются учреждениям высшего профессионального образования в качестве основы для создания образовательных программ. Разработка профессиональных стандартов проводилась на основе компетентностного подхода. В документах определяются не только требования к знаниям и опыту, но и к умению применять их на практике. В состав требований, представленных в рассматриваемых документах, включаются:

- направление профессиональной деятельности (сектор);
- область профессиональной деятельности (подсектор);
- вид экономической деятельности (по общему классификатору внешнеэкономической деятельности);
- наименование;
- квалификационный уровень по национальной рамке квалификаций;
- квалификационный уровень по отраслевой рамке квалификаций;
- требования к практическому опыту работы;

- возможные места работы;
- условия труда;
- особые условия допуска к работе;
- требования к необходимости сертификации;
- варианты наименования должностей;
- требуемый уровень профессионального образования и обучения;
- перечень должностных обязанностей;
- необходимые знания;
- необходимые умения;
- используемые средства труда;
- нестандартность выполняемых задач;
- степень ответственности;
- степень самостоятельности.

Стандарты касаются следующих позиций национальной рамки квалификаций:

- программист;
- системный архитектор;
- системный аналитик;
- специалист по системному администрированию;
- менеджер информационных технологий;
- менеджер по продажам решений и сложных технических систем;
- специалист по информационным ресурсам;
- администратор баз данных;
- специалист по информационным системам;
- специалист информационной безопасности.

На стадии общественного обсуждения находятся стандарты для следующих позиций:

- программист высокопроизводительных вычислительных систем (на стадии общественного обсуждения);
- специалист по распределенным вычислительным системам (на стадии общественного обсуждения);
- специалист по технической документации /Технический писатель/ (на стадии общественного обсуждения).

6.3. Позиции национальной рамки квалификаций

Для каждой позиции национальной рамки квалификаций определяются позиции отраслевой рамки квалификаций. В контексте направления подготовки 230400 – «Информационные системы и технологии» остановимся на трёх позициях национальной рамки квалификаций:

- специалист по информационным ресурсам;
- специалист по информационным системам;

– специалист информационной безопасности.

Специалисту по информационным ресурсам ставится в соответствие набор позиций отраслевой рамки квалификаций:

1. Первая квалификационная группа.

- техник;
- оператор;
- верстальщик;
- наборщик текстов.

2. Вторая квалификационная группа:

- разработчик пространственных моделей;
- аниматор компьютерной графики;
- дизайнер компьютерной графики;
- технический художник компьютерной графики;
- художник компьютерной графики;
- выпускающий редактор информационного содержания;
- программист по обработке информационного содержания.

3. Третья квалификационная группа.

- инженер-конструктор информационного содержания;
- инженер-технолог информационного содержания;
- технический писатель;
- разработчик информационного содержания;
- дизайнер пользовательского интерфейса;
- сценарист мультимедийного содержания;
- дизайнер компьютерной графики;
- ведущий художник компьютерной графики;
- администратор информационного ресурса;
- администратор проекта;
- инженер-программист.

4. Четвёртая квалификационная группа.

- ведущий инженер-конструктор информационного содержания;
- информационный администратор;
- проектировщик информационного содержания;
- редактор информационного содержания;
- архитектор динамического информационного содержания;
- специалист по интеллектуальным интерфейсам;
- структурный лингвист;
- инженер по знаниям;
- ведущий программист;
- системный программист;
- ведущий инженер информационных технологий;
- ведущий специалист по информационным ресурсам;
- менеджер контент-проекта.

5. Пятая квалификационная группа.

- главный инженер-конструктор информационного содержания;
- архитектор информационного содержания;
- менеджер контент-проекта;
- главный художник компьютерной графики;
- директор проектов;
- руководитель направления;
- ведущий менеджер контент-проекта;
- руководитель группы;
- начальник сектора;
- руководитель отдела.

Специалисту по информационным системам ставится в соответствие следующий набор позиций отраслевой рамки квалификаций:

1. Первая квалификационная группа.

- технический специалист;
- техник сервисной службы.

2. Вторая квалификационная группа:

- специалист по внедрению;
- консультант;
- сервис-инженер.

3. Третья квалификационная группа.

- старший специалист по внедрению;
- старший консультант;
- старший сервис-инженер.

4. Четвёртая квалификационная группа.

- бизнес-аналитик;
- ведущий консультант;
- руководитель группы (отдела) внедрения;
- руководитель группы (отдела) консультантов;
- руководитель сервисной службы;
- руководитель проекта внедрения информационной системы.

5. Пятая квалификационная группа.

- бизнес-архитектор;
- руководитель (директор) проектов внедрения информационных систем.

С позиций отраслевой рамки квалификаций для специалиста информационной безопасности устанавливается следующее соответствие:

1. Первая квалификационная группа.

- техник по информационной безопасности.

2. Вторая квалификационная группа:

- специалист по информационной безопасности.

3. Третья квалификационная группа.

- инженер по информационной безопасности;
- аналитик по информационной безопасности;
- консультант по информационной безопасности.

4. Четвёртая квалификационная группа.

– начальник отдела (лаборатории, сектора) по информационной безопасности.

5. Пятая квалификационная группа.

– главный специалист по информационной безопасности;

– директор по информационной безопасности.

6.4. Профессиональные задачи

Для каждой позиции из рамки квалификаций определяются профессиональные задачи. Задачи профессиональной деятельности бакалавра и магистра описываются соответственно в табл. 6.1 и табл. 6.2.

Таблица 6.1

Задачи профессиональной деятельности бакалавра из Должностных обязанностей 2-го и 3-го квалификационных уровней профессионального стандарта «Специалист по информационным системам»

Должностные обязанности 2 и 3 квалификационных уровней из профессионального стандарта «Специалист по информационным системам»	Задачи бакалавра
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<ul style="list-style-type: none">• Проведение экспресс-обследования• Формализация предметной области проекта и требований пользователей заказчика по результатам экспресс-обследования• Формирование внутренней документации по результатам выполнения работ• Сбор детальной информации для формализации предметной области проекта и требований пользователей заказчика• Интервьюирование ключевых сотрудников заказчика для получения детальной информации для формализации предметной области проекта и требований пользователей заказчика• Проведение работ по описанию устройства и информационного обеспечения бизнес-процессов предприятия заказчика• Формирование требований к организации системы управления заказчика в области бизнес-задачи• Формирование требований к информационной системе• Проведение работ по описанию реализации бизнес-процессов предприятия заказчика в	Проведение обследования прикладной области задачи автоматизации; формализация предметной области проекта и требований к информационной системе; описание бизнес-процессов прикладной области «как есть» и «как должно быть»; формирование требований к информационной системе; составление технического задания на разработку информационной системы; прототипирование, программирование, тестирование и внутреннее документирование информационной системы; разработка документации для пользователей

<p>информационной системе</p> <ul style="list-style-type: none"> • Формирование требований к содержанию работ • Формирование требований к итоговым и промежуточным результатам работ • Составление технического задания на разработку информационной системы • Прототипирование информационной системы • Программирование в ходе разработки информационной системы • Создание документации по эксплуатации информационной системы • Проведение внутреннего тестирования информационной системы • Проведение и анализ экспертного тестирования информационной системы на этапе опытной эксплуатации • Устранение замечаний пользователей по результатам экспертного тестирования информационной системы на этапе опытной эксплуатации 	
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<ul style="list-style-type: none"> • Анализ требований к информационной системе • Разработка вариантов решения выявленных бизнес-задач на основе результатов экспресс-обследования • Оценка и выбор информационной системы для решения бизнес-задач заказчика • Формирование требований к используемым технологиям и методикам выполнения работ • Участие в разработке и совершенствовании методик обучения пользователей информационной системы 	<p>Анализ требований к информационной системе; разработка вариантов реализации информационной системы; анализ и выбор современных технологий и методик выполнения работ по реализации информационной системы; оценка качества, надежности и эффективности информационной системы</p>
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<ul style="list-style-type: none"> • Установка и администрирование информационных систем • Настройка параметров информационной системы • Интеграция информационной системы с аппаратно-программными комплексами заказчика • Техническое сопровождение информационной системы в процессе ее эксплуатации 	<p>Установка, администрирование, настройка информационных систем; реализации интеграции информационных систем с используемыми аппаратно-программными комплексами; техническое сопровождение информационных систем в процессе их эксплуатации</p>
ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	

<ul style="list-style-type: none"> • Участие в проведении переговоров с заказчиком и выяснении его первоначальных потребностей и бизнес-задач • Участие в составлении коммерческого предложения с вариантами решения • Презентация коммерческого предложения заказчику • Содействие заказчику в выборе варианта решения по построению информационной системы • Взаимодействие с заказчиком в процессе реализации проекта • Проведение обучения и аттестации пользователей информационной системы • Консультирование пользователей в процессе эксплуатации информационной системы • Участие в согласовании пакета договорных документов • Управление частью команды исполнителей проекта • Управление расписанием проекта • Управление работами по инсталляции и администрированию информационных систем 	<p>Участие в переговорах с заказчиком на этапе инициации проекта и в процессе его реализации; презентации вариантов решений и результатов реализации проектов; консультирование, обучение и аттестация пользователей в процессе внедрения и эксплуатации информационной системы; управление подпроектами (самостоятельными частями проекта); участие в организации и управлении работами по техническому сопровождению информационных систем</p>
<p>НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</p>	
<p>Из перечня умений для должностной обязанности «Саморазвитие»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Совершенствовать объективность восприятия, гибкость мышления, системность мышления, нацеленность на результат, инициативность, обучаемость, умение принимать других, уверенность в себе, ответственность, адаптивность, аккуратность, дисциплинированность, доброжелательность, коммуникабельность, стрессоустойчивость • Передавать знания и опыт работы • Анализировать собственный профессиональный опыт и совершенствовать свою деятельность • Осваивать новые методы и технологии в области информационных систем и управления проектами • Читать профессиональную литературу 	<p>Использование системного подхода к построению информационных систем; подготовка обзоров на основе собственного профессионального опыта и изучения современного отечественного и зарубежного опыта в области информационных технологий и управления проектами</p>

Таблица 6.2

Задачи профессиональной деятельности магистра из Должностных обязанностей 4-го и 5-го квалификационных уровней профессионального стандарта «Специалист по информационным системам»

Должностные обязанности 4 и 5 квалификационных уровней из профстандарта «Специалист по информационным системам»	Задачи магистра
ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<ul style="list-style-type: none"> • Анализ бизнес-процессов предприятия заказчика и их информационного обеспечения с выявлением проблем • Анализ результатов экспертного тестирования информационной системы на этапе опытной эксплуатации • Формирование рекомендаций по оптимизации бизнес-процессов заказчика • Разработка концепции будущей информационной системы заказчика 	<p>Комплексный анализ проблем в организации работы предприятия заказчика и выявление причин их возникновения; разработка вариантов повышения эффективности деятельности предприятия с использованием возможностей информационных систем; формирование рекомендаций по реинжинирингу и оптимизации бизнес-процессов предприятия заказчика; разработка вариантов реализации бизнес-задач и технических требований заказчика в программно-аппаратном комплексе</p>
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<ul style="list-style-type: none"> • Методологическое обеспечение ведения работ в проекте • Методологическое обеспечение управления проектом • Разработка методики обучения и аттестации пользователей информационной системы • Разработка методики экспертного тестирования информационной системы на этапе опытной эксплуатации 	<p>Анализ и выбор методологий ведения работ и управления проектами; анализ и обоснование архитектуры разрабатываемой информационной системы заказчика; анализ и разработка методик обучения и аттестации пользователей информационной системы; анализ и разработка методик экспертного тестирования информационной системы на этапе опытной эксплуатации</p>
ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<ul style="list-style-type: none"> • Интеграция информационной системы с аппаратно-программными комплексами заказчика 	<p>Интеграция информационной системы с аппаратно-программными комплексами заказчика на основе современных технологических средств и стандартов</p>
ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<ul style="list-style-type: none"> • Управление портфелем проектов • Управление проектами 	<p>Организация управления проектами в целях основной стратегии компании на</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Проведение переговоров с заказчиком и выяснение его первоначальных потребностей и бизнес-задач • Составление коммерческого предложения с вариантами решения • Содействие заказчику в выборе варианта решения с использованием информационной системы • Участие в подготовке пакета договорных документов 	<p>основе современных стандартов и методик управления портфелем проектов; управление проектами с использованием технологий проектного управления; управление ИТ-персоналом; ведение переговоров с заказчиками по ключевым вопросам реализации проектов; организация и управление работами по сопровождению информационных систем; консультирование предприятий по вопросам повышения эффективности их деятельности за счет применения информационных технологий (ИТ-консалтинг)</p>
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
<p>Из перечня умений для должностной обязанности «Саморазвитие»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Участвовать в конференциях, семинарах, симпозиумах • Передавать знания и опыт работы • Осваивать новые методы и технологии в области информационных систем и управления проектами • Читать профессиональную литературу 	<p>Анализ достижений в области информационных технологий, управления проектами, управления портфелями и программами проектов, ИТ-консалтинга; исследование сферы применения различных ИТ-стандартов; анализ и адаптация методик управления ИТ-сервисами, методик управления проектными рисками, методик оценки экономической и технологической эффективности информационных систем и ИТ-сервисов; разработка методических материалов и подготовка публикаций по темам работы</p>

6.5. Стандарты качества

Стандарты качества подчиняются международной системе стандартов. В серии международных стандартов ISO 9000 определяются требования к системе менеджмента качества. В эту серию входят следующие стандарты, указанные в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Серия стандартов ISO 9000

Стандарт	Текущая версия	Краткая характеристика
ISO 9000	ISO 9000:2005. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь	Словарь терминов о системе менеджмента, свод принципов менеджмента качества

ISO 9001	ISO 9001:2011 Системы менеджмента качества. Требования	Набор требований к системам менеджмента качества
ISO 9004	ISO 9004:2009 Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества	Руководство по достижению устойчивого успеха любой организацией в сложной, требовательной и постоянно изменяющейся среде, путем использования подхода с позиции менеджмента качества
ISO 90011	ISO 19011:2011 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента	Методы проведения аудита в системах менеджмента, в том числе, менеджмента качества

В серию 10000 входят стандарты, представленные в табл. 6.4. В указанной серии раскрываются технологические аспекты.

Таблица 6.4

Стандарты ISO серии 10000

Номер стандарта	Название стандарта
ISO 10001	Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководство, касающееся кодексов поведения организации
ISO 10002	Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководство по обращению с жалобами потребителей в организациях
ISO 10003	Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководство по разрешению споров вне организаций
ISO 10004	Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководство по мониторингу и измерению
ISO 10005	Системы менеджмента качества. Руководство по программам качества
ISO 10006	Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту качества проектов
ISO 10007	Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту конфигурации
ISO 10008	Менеджмент качества. Удовлетворенность потребителей. Руководящие указания для бизнес-потребителей электронных торговых операций
ISO 10012	Управление системами измерения. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию
ISO/TR 10013	Руководство по документированию системы менеджмента качества
ISO 10014	Менеджмент качества. Руководство по реализации финансовых и экономических преимуществ
ISO 10015	Менеджмент качества. Руководство по обучению
ISO/TR 10017	Руководство по статистическим методам применительно к ISO

	9001:2000
ISO 10018	Менеджмент качества. Руководство по вовлечению и компетентности персонала
ISO 10019	Руководство по выбору консультантов по системам менеджмента качества и использованию их услуг

Стандарты, перечисленные в табл. 6.3, табл. 6.4, относятся к разряду международных.

В группе международных стандартов качества выделяются и отраслевые стандарты. Примером международного отраслевого стандарта может являться документ ISO/TS16949:2009 Частные требования по применению ISO 9001:2008 для автомобильной промышленности и организаций, изготавливающих соответствующие запасные части.

Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации (ОАО «ВНИИС») разработал российские версии стандартов, приведённые в табл. 6.5.

Таблица 6.5

Российские версии стандартов качества

Российская версия стандарта	Аналог
ГОСТ ISO 9000-2011	ISO 9000:2005
ГОСТ ISO 9001-2011	ISO 9001:2008

6.6. Технологические стандарты

Самой многочисленной является группа технологических стандартов. Технологические стандарты относятся к жизненным циклам инфраструктур научно-образовательных сред и профильным видам профессиональной деятельности в этих средах.

Например, сетевые технологии, применяемые в инфраструктурах научно-образовательных сред, предопределяются серией стандартов IEEE 802: IEEE 802, IEEE 802.1, IEEE 802.2, IEEE 802.3, IEEE 802.3af, IEEE 802.4, IEEE 802.5, IEEE 802.6, IEEE 802.7, IEEE 802.8, IEEE 802.9, IEEE 802.10, IEEE 802.11, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11d, IEEE 802.11e, IEEE 802.11g, IEEE 802.11h, IEEE 802.11i, IEEE 802.11j, IEEE 802.11k, IEEE 802.11n, IEEE 802.11p, IEEE 802.11r, IEEE 802.11s, IEEE 802.11u, IEEE 802.11v, IEEE 802.11y, IEEE 802.11w, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ad, IEEE 802.11as, IEEE 802.12, IEEE 802.15, IEEE 802.15, IEEE

802.15.1, IEEE 802.15.3, IEEE 802.15.3a, IEEE 802.15.4, IEEE 802.15.4a, IEEE 802.16, IEEE 802.16a, IEEE 802.20, IEEE 802.21, IEEE 802.22.

В табл. 6.6 приводится краткая характеристика семейства стандартов локальных беспроводных сетей.

Таблица 6.6

Представление стандартов серии IEEE 802.11

Стандарт	Год принятия	Краткая характеристика
IEEE 802.11	1997	Базовый стандарт. Обеспечивает скорости 1 и 2 Мбит/сек. Диапазон частот ISM. Поддерживает диапазон инфракрасных сигналов
IEEE 802.11a	2001	Набор скоростей 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Мбит/сек. Диапазон частот 5 ГГц
IEEE 802.11b	1999	Набор скоростей 1, 2, 5.5, 11, 22 Мбит/сек. Диапазон частот ISM
IEEE 802.11d	2001	Определяет операции с мостами
IEEE 802.11e	2005	Специфицирует мультисервисные беспроводные локальные сети. Совместимость со стандартами IEEE 802.11a, IEEE 802.11b. Поддержка потоковых мультимедиа-данных и гарантированного качества услуг (QoS)
IEEE 802.11f	2003	Описывает протокол обмена служебной информацией между точками доступа (Inter-Access Point Protocol, IAPP)
IEEE 802.11g	2003	Набор скоростей 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 22, 24, 33, 36, 48, 54 Мбит/сек. Обратная совместимость с IEEE 802.11b
IEEE 802.11h	2003	Специфицирует алгоритмы эффективного выбора частот для офисных и уличных беспроводных сетей, а также средства управления использованием спектра, контроля за излучаемой мощностью и генерации соответствующих отчетов
IEEE 802.11i	2004	Специфицирует механизмы защиты информации: централизованная аутентификация пользователей и рабочих станций, шифрование передаваемых данных
IEEE 802.11j	2004	Спецификация предназначена для Японии за счёт расширения стандарта IEEE 802.11a добавочным каналом 4,9 ГГц
IEEE 802.11k		Специфицирует измерения радио ресурсов.
IEEE 802.11n	2009	Обеспечивает максимальную скорость передачи 600 Мбит/сек. Обратная совместимость с IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g
IEEE 802.11p	2010	Специфицирует беспроводной доступ для транспортной сети (WAVE – Wireless Access for the Vehicular Environment). Ориентирован на интеллектуальную транспортную систему
IEEE 802.11r		Специфицирует быстрый роуминг

IEEE 802.11s	2007	Специфицирует расширенный набор служб (Extended Service Set) беспроводного доступа в Интернет и ячеистую сеть (Mesh Network) с мобильными и статическими узлами
IEEE 802.11u		Специфицирует взаимодействие с сетями, которые не соответствуют стандартам серии IEEE 802. Например, с сотовыми сетями
IEEE 802.11v		Специфицирует управление сетями.
IEEE 802.11y		Частотный диапазон 3,65-3,70 ГГц. Скорость до 54 Мбит/сек на расстоянии до 5000 м на открытом пространстве
IEEE 802.11w		Специфицирует защищённые управляющие фреймы
IEEE 802.11ac	2013	Скорость передачи данных до 1,3 Гбит/с, энергопотребление по сравнению с IEEE 802.11n снижено до 6 раз. Обратная совместимость со стандартами IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n
IEEE 802.11ad		Скорость передачи данных до 7 Гбит/с. Дополнительный диапазон частот 60 ГГц
IEEE 802.11as		Специфицирует резонаторно-щелевые антенны, работающие на частоте 135 ГГц. Скорости передачи данных до 20 Гбит/с. Коэффициент усиления антенны 5,68 дБ

В табл. 6.7 описывается краткая характеристика семейства стандартов региональных беспроводных сетей.

Таблица 6.7

Представление стандартов серии IEEE 802.16

Стандарт	Год принятия	Краткая характеристика
IEEE 802.16	2002	Базовый стандарт технологии операторского класса с прямой видимостью. Диапазон частот не выше 66 ГГц. Стандарт определяет пропускную способность 120 Мбит/с на каждый канал в 25 МГц
IEEE 802.16a	2003	Специфицирует ячеистую топологию, снимая условие прямой видимости. Диапазон частот от 2 до 11 ГГц

Стандартом IEEE 802.16 предусматривается пять режимов работы, представленных в табл. 6.8.

Таблица 6.8

Режимы региональной сети стандарта IEEE 802.16

Режим	Частот-	Опции	Метод
-------	---------	-------	-------

	ный диапазон		дуплекси- рования
WirelessMAN-SC	10-66 ГГц		TDD/FDD
WirelessMAN-SCa	<11 ГГц	AAS/ARQ/STC/256-QAM	TDD/FDD
WirelessHUMAN	<11 ГГц	AAS/ARQ/STC/Mesh	TDD/FDD
WirelessMAN-OFDM	<11 ГГц	AAS/ARQ/STC	TDD/FDD
WirelessMAN-OFDMA	<11 ГГц	DFS/AAS/ARQ/Mesh/STC	TDD

В табл. 6.8 вводятся следующие условные обозначения:

AAS – adaptive antenna system – адаптивная антенная система;

ARQ – automatic repeat request – автоматический запрос повторной передачи;

STC – space time coding – пространственно-временное кодирование;

QAM – quadrature amplitude modulation – квадратурная амплитудная модуляция;

Mesh – Mesh Network – ячеистая сеть;

DFS – dynamic frequency selection – динамическое распределение частот.

Режим WirelessMAN-SC ориентируется на магистральные сети, работающие в режиме прямой видимости с типичными скоростями потока данных 120 Мбит/с и с шириной канала 25 МГц.

Режим WirelessMAN-SCa является низкочастотной вариацией WirelessMAN-SC.

Режим WirelessHUMAN является адаптацией остальных методов для работы в безлицензионном в США диапазоне в пределах 5-6 ГГц.

В режимах WirelessMAN-OFDM и WirelessMAN-OFDMA применяются соответственно технологии модуляции OFDM, OFDMA.

Во всех режимах диапазона ниже 11 ГГц используются механизмы автоматического запроса повторной передачи, поддержки работы с адаптивными антенными системами и пространственно-временное кодирование.

В современных технологических стандартах представляются концепции, математическое и техническое обеспечение, типовые топологии и конфигурации, а также обеспечиваемые технические характеристики.

Создание, внедрение и развитие научно-образовательных сред различных уровней и назначений на основе использования современных информационных технологий, интеграции информационных, вычислительных, телекоммуникационных ресурсов и применения концепции открытых систем является сложной, комплексной, межотраслевой, многоплановой и многоаспектной проблемой.

Развитием методов и средств информационных технологий для формирования интегрированной информационной среды высшего профессионального образования занимались отечественные специалисты, среди которых А. Н. Тихонов, В. Г. Кинелёв, В. А. Сухомлин, А. А.

Поляков, С. В. Коршунов, И. П. Норенков, А. Б. Плосковитов, А. Д. Иванников., Д. О. Жуков, Д. В. Куракин, В. П. Кулагин, Б. Я. Советов, С. А. Яковлев, А. В. Соловов, В. В. Найханов, В. Г. Юрасов, А. О. Кривошеев, Ю. В. Арбузов, В. Н. Васильев, Б. С. Воинов, А. И. Башмаков, И. А. Башмаков, В. П. Тихомиров, В. И. Солдаткин, С. Л. Лобачев, В. М. Вымятнин, Д. В. Чернилевский, В. Г. Колосов, С. Л. Чечурин, и др., а также зарубежные специалисты: Давид Марка, Клемент Мак Гоуэн., Рапоза. Д., Уайт К., Боркус В., Финкелстайн К., Chapman V. L., Dick W., Carey L. и др.

Одно из ключевых мест в решении указанной проблемы отводится стандартизации в области информационных технологий и внедрению методов функциональной стандартизации. На основе указанных методов с помощью функциональных стандартов и профилей идентифицируются группы базовых стандартов совместно с факультативными возможностями, требованиями и параметрами, необходимыми для выполнения функций, выполняемых конкретными информационными системами в разных предметных областях деятельности.

Международные стандарты в области информационных технологий разрабатываются кооперацией организаций, в которой ведущая роль закрепилась за Международной организацией по стандартизации, Международной электротехнической комиссией и за Международным союзом электросвязи.

С 1987 года Международная организация по стандартизации и Международная электротехническая комиссия объединились в деятельности по стандартизации в области информационных технологий, создав ИСО/МЭК/СТК 1 "Информационные технологии", основной задачей которого является разработка базовых стандартов информационных технологий вне зависимости от их конкретных применений.

Членом ИСО/МЭК/СТК 1, наряду с другими государствами (54), является и Российская Федерация.

В структуре ИСО/МЭК/СТК 1 насчитывается свыше 20 подкомитетов и рабочих групп, занимающихся стандартизацией в области информационных технологий по следующим основным направлениям: наборы символов и кодирование информации; телекоммуникация и обмен информацией; программная инженерия; языки программирования; машинная графика и обработка изображений; взаимосвязь оборудования информационных технологий; методы защиты информации; конторское оборудование; кодирование аудио-, видео, мультимедиа и гипермедиа информации; методы автоматической идентификации, кодирования и фиксации данных; управление и обмен данными; языки описания и обработки документов; интерфейсы пользователя; методы обучения. По тематике ИСО/МЭК/СТК 1 действует (по состоянию на 01.07.2003) свыше 1600 международных стандартов, которые в официально

издаваемых каталогах скомпонованы в функциональные группы и направления информационных технологий и конторского оборудования (классы 33, 35): «Информационные технологии в целом»; «Наборы знаков и кодирования информации»; «Языки, используемые в информационных технологиях»; «Документация на разработку программного обеспечения»; «Взаимосвязь открытых систем»; «Частные сети связи с интеграцией служб»; «Машинная графика»; «Микропроцессорные системы»; «Периферийные устройства»; «Интерфейсы и межсоединительные устройства»; «Запоминающие устройства»; «Применение информационных технологий (автоматизированное проектирование, идентификационные карты, учрежденческая и издательская деятельность, банковское дело, промышленность, транспорт, торговля, наука)»; «Конторское оборудование».

Активными членами кооперации являются авторитетные международные, региональные, национальные и специализированные организации, консорциумы и группы, среди которых:

Общество Интернет (Internet Society), СЕН (Европейский комитет стандартизации), СЕНЭЛЕК (Европейский комитет стандартизации в области электротехники), ЕКМА (Европейская ассоциация производителей компьютеров), ЕВОС (Европейские рабочие группы по открытым системам), ЕТСИ (Европейский институт по стандартизации в области телекоммуникаций), IEEE (Институт инженеров по электротехнике и электронике), Группа X/Open, организованная поставщиками компьютерной техники, OSF (Фонд открытого программного обеспечения), OMG (Группа объектного управления), NMF (Форум управления сетями).

В последние годы появились следующие международные стандарты в области информационных технологий, востребованные в жизненном цикле научно-образовательных сред:

ISO/IEC/IEEE 8802-11:2012 Информационные технологии. Телекоммуникации и обмен информацией между системами. Локальные и общегородские сети. Специальные требования. Часть 11. Спецификации для управления доступом к среде передачи данных в беспроводной локальной вычислительной сети (MAC) и для физического уровня (PHY)/

ISO/IEC/IEEE 8802-15-4:2010 Информационные технологии. Телекоммуникации и обмен информацией между системами. Местные и городские сети. Особые требования. Часть 15-4.

ISO/IEC 8824-1:2008 Информационные технологии. Нотация абстрактного синтаксиса версии 1 (ASN.1). Часть 1. Спецификация базовой нотации.

ISO/IEC 8824-1:2008/Cor 1:2012 Информационные технологии. Нотация абстрактного синтаксиса версии 1 (ASN.1). Часть 1. Спецификация базовой нотации. Техническая поправка 1.

ISO/IEC 8824-2:2008 Информационные технологии. Нотация абстрактного синтаксиса один (ASN.1). Часть 2. Спецификация информационных объектов.

ISO/IEC 8824-2:2008/Cor 1:2012 Информационные технологии. Нотация абстрактного синтаксиса один (ASN.1). Часть 2. Спецификация информационных объектов. Техническая поправка 1.

ISO/IEC 8824-3:2008 Информационные технологии. Нотация абстрактного синтаксиса один (ASN.1). Часть 3. Спецификация ограничений.

ISO/IEC 8824-4:2008 Информационные технологии. Нотация абстрактного синтаксиса один (ASN.1). Часть 4. Спецификация для параметризации ASN.1.

ISO/IEC 8825-1:2008 Информационные технологии. Правила кодирования ASN.1. Часть 1. Спецификация основных (BER), канонических (CER) и различительных правил кодирования (DER).

ISO/IEC 8825-1:2008/Cor 1:2012 Информационные технологии. Правила кодирования ASN.1. Часть 1. Спецификация основных (BER), канонических (CER) и различительных правил кодирования (DER). Техническая поправка 1.

ISO/IEC 9075-1:2011 Информационные технологии. Языки базы данных. Язык структурированных запросов (SQL). Часть 1. Структура.

ISO/IEC 9075-2:2011 Информационные технологии. Языки базы данных. Язык структурированных запросов (SQL). Часть 2. Основа.

ISO/IEC 9075-11:2011 Информационные технологии. Языки базы данных. Язык структурированных запросов. Часть 11. Схемы информации и определения.

ISO/IEC 9075-13:2008 Информационные технологии. Языки базы данных. Язык структурированных запросов (SQL). Часть 13. Программы и типы SQL, использующие язык программирования Java TM (SQL/JRT).

ISO/IEC 9075-14:2011 Информационные технологии. Языки базы данных. Язык структурированных запросов. Часть 14. Спецификации, связанные с XML.

ISO/IEC 9797-1:2011 Информационные технологии. Методы защиты. Коды аутентификации сообщений (MAC). Часть 1. Механизмы, использующие блочный шифр.

ISO/IEC 9797-2:2011 Информационные технологии. Методы защиты. Коды аутентификации сообщений. Часть 2. Механизмы с использованием специализированной хеш-функции.

ISO/IEC 9797-3:2011 Информационные технологии. Техника безопасности. Коды идентификации сообщений (MAC). Часть 3. Механизмы, использующие универсальную хеш-функцию.

ISO/IEC 9834-1:2012 Информационные технологии. Процедуры для работы регистрационных органов по идентификации объекта. Часть 1. Общие

процедуры и высшие разряды дерева идентификаторов объекта международного объекта.

ISO/IEC 10918-5:2013 Информационные технологии. Компьютерная графика и обработка изображений. Обработка и обмен изображениями (IPI). Функциональная спецификация. Часть 5. Основной формат обмена изображениями (JPF).

ISO/IEC 11581-40:2011 Информационные технологии. Символы интерфейса пользователя. Часть 10. Управление регистрацией икон.

ISO/IEC 11770-5:2011 Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Менеджмент ключей. Часть 5. Управление групповым ключом.

ISO/IEC 12785-2:2011 Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Упаковка содержимого. Часть 2. Привязка XML.

ISO/IEC 12785-3:2012 Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Упаковка содержимого. Часть 3. Общепринятая практика и руководство по внедрению.

ISO/IEC TR 12860-:2009 Информационные технологии. Телекоммуникации и обмен информацией между системами. Корпоративные сети следующего поколения (NGCN). Общие положения.

ISO/IEC TR 12861-:2009 Информационные технологии. Телекоммуникации и обмен информацией между системами. Корпоративные сети следующего поколения (NGCN). Идентификация и маршрутизация.

ISO/IEC 14143-6:2012 Информационные технологии. Измерение программного обеспечения. Измерение функционального размера. Часть 6. Руководство по использованию стандартов серии ISO/IEC 14143 и связанных с ними международных стандартов.

ISO/IEC 14496-27:2009/Amd 4:2012 Информационные технологии. Кодирование аудиовизуальных объектов. Часть 27. Согласованность графики 3D. Изменение 4. Согласованность для эффективного представления ячеек 3D с множеством признаков.

ISO/IEC 14776-261:2012 Информационные технологии. Интерфейс для малых вычислительных систем (SCSI). Часть 261. Уровень протокола SAS (SPL)

ISO/IEC 14908-4:2012 Информационная технология. Протокол управления сетями. Часть 4. IP-коммуникации.

ISO/IEC 15026-4:2012 Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Гарантирование систем и программного обеспечения. Часть 4. Гарантия в контексте жизненного цикла.

ISO/IEC 15940:2013 Разработка систем и программ. Службы средств поддержки программных разработок.

ISO/IEC 19763-3:2010 Информационные технологии. Структура метамодели для функциональной совместимости. Часть 3. Метамодель для регистрации данных, касающихся онтологии.

ISO/IEC 19788-1:2011 Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Метаданные для источников обучения. Часть 1. Структура.

ISO/IEC 19788-2:2011 Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Метаданные для источников обучения. Часть 2. Элементы Dublin Core.

ISO/IEC 19788-3:2011 Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Метаданные для источников обучения. Часть 3. Базовый профиль применения.

ISO/IEC 19788-5:2012 Информационные технологии. Обучение, образование и подготовка. Метаданные для источников обучения. Часть 5. Образовательные элементы.

ISO/IEC 20002:2012 Информационные технологии. Телекоммуникации и обмен информацией между системами. Управляемый P2P: Структура.

ISO/IEC 20005:2013 Information technology – Sensor networks – Services and interfaces supporting collaborative information processing in intelligent sensor networks.

ISO/IEC 20009-1:2013 Information technology – Security techniques – Anonymous entity authentication – Part 1: General.

ISO/IEC 20944-2:2013 Информационные технологии. Взаимодействие и связывания системных реестров метаданных. Часть 2. Связывания кодирования.

ISO/IEC 20944-3:2013 Информационные технологии. Взаимодействие и связывание системных реестров метаданных. Часть 3. Связывания API.

ISO/IEC 20944-4:2013 Информационные технологии. Взаимодействие и связывание системных реестров метаданных. Часть 4. Связывания протокола.

ISO/IEC 20944-5:2013 Информационные технологии. Взаимодействие и связывание системных реестров метаданных. Часть 5. Профили.

ISO/IEC 23005-1:2011 Информационные технологии. Контекст медиа и управление им. Часть 1. Архитектура.

ISO/IEC 23005-2:2013 Информационные технологии. Контекст медиа и управление им. Часть 2. Управляющая информация.

ISO/IEC 23005-3:2013 Информационные технологии. Контекст медиа и управление им. Часть 3. Сенсорная информация.

ISO/IEC 23005-4:2013 Информационные технологии. Контекст медиа и управление им. Часть 4. Характеристики объектов виртуального мира.

ISO/IEC 23005-5:2013 Информационные технологии. Контекст медиа и управление им. Часть 5. Форматы данных для взаимодействующих устройств.

ISO/IEC 23005-6:2013 Информационные технологии. Контекст медиа и управление им. Часть 6. Общие типы и инструменты.

ISO/IEC 23005-7:2013 Информационные технологии. Контекст медиа и управление им. Часть 7. Программы соответствия и справочные программы.

ISO/IEC 23006-4:2013 Информационные технологии. Технологии платформы мультимедийных услуг. Часть 4. Элементарные услуги.

ISO/IEC 23006-5:2013 Информационные технологии. Технологии платформы мультимедийных услуг. Часть 5. Соединение услуг.

ISO/IEC 25021:2012 Разработка систем и программ. Требования к качеству систем и программ и их оценка. Элементы показателя качества.

ISO/IEC 25041:2012 Разработка систем и программ. Требования и оценивание качества систем и программ. Руководство по оцениванию для разработчиков, покупателей и независимых оценщиков.

ISO/IEC 26555:2013 Разработка систем и программ. Инструменты и методы для технического управления производственной линией.

ISO/IEC 27033:2013 Information technology – Security techniques – Network security – Part 5: Securing communications across networks using Virtual Private Networks (VPNs).

ISO/IEC TR 29181-3:2013 Информационные технологии. Сети будущего. Формулировка проблем и требования. Часть 3. Переключение и маршрутизация процесса.

ISO/IEC TR 29181-6:2013 Информационные технологии. Сети будущего. Формулировка проблем и требования. Часть 6. Перенос медиа.

ISO/IEC TR 29181-7:2013 Информационные технологии. Сети будущего. Формулировка проблем и требования. Часть 7. Состав услуги.

Научно-техническая политика в области стандартизации информационных технологий и проектирования информационных систем в Российской Федерации реализуется по двум направлениям:

1. Разработка актуализированных основополагающих базовых национальных стандартов и других нормативных документов путем прямого применения международных, региональных и зарубежных документов по стандартизации, определяющих фундаментальные общие процедуры, положения и требования, которые могут использоваться в различных предметных областях деятельности, причем в каждой из них могут выбираться собственные факультативные параметры и требования из базовых национальных стандартов.
2. Создание функциональных стандартов (профилей), определяющих соответствующие подмножества или комплектации базовых национальных стандартов, используемых для обеспечения реализаций конкретных процессов, функций и задач информационных систем, применимость конкретных факультативных параметров из базовых национальных стандартов, а также являющихся основой для разработки аттестационных тестов

для испытаний и подтверждения соответствия компонентов и средств информационных систем.

Информационные технологии и их компоненты регламентируются в ряде национальных стандартов:

ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем;

ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания;

ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы;

ГОСТ 34.603-92 Информационная технология. Виды испытаний автоматизированных систем;

РД 50-34.698-90 Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.

ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 9294-93 Информационная технология. Руководство по управлению документированием программного обеспечения.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99 Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование.

ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 12182-2002 Информационная технология. Классификация программных средств.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002 Информационная технология. Сопровождение программных средств.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15026-2002 Информационная технология. Уровни целостности систем и программных средств.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15910-2002 (ISO 13407) Информационная технология. Процесс создания документации пользователя программного средства.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2002 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий.

ГОСТ Р ИСО 3241-3-2003 Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 3. Требования к визуальному отображению информации.

ГОСТ Р 53898-2010 Системы электронного документооборота. Взаимодействие систем управления документами. Требования к электронному сообщению.

В настоящее время создана серия международных стандартов ISO 27000, посвящённая информационной безопасности. В этой серии различаются четыре вида групп:

1. Стандарты по обзору и введению в терминологию.
2. Стандарты по определению обязательных требований к системе управления информационной безопасностью.
3. Стандарты по определению требований и рекомендаций для аудита систем управления информационной безопасностью.
4. Стандарты по представлению практик внедрения, развития и совершенствования систем управления информационной безопасностью.

В первую группу включается стандарт:
ISO/IEC 27001:2005 – Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования.

Во второй группе различаются следующие стандарты:
ISO/IEC 27031:2011 – Информационные технологии. Методы обеспечения защиты. Руководство для готовности информационных и коммуникационных технологий по обеспечению непрерывности бизнеса.
ISO/IEC 27033-1:2009 – Информационные технологии. Методы обеспечения защиты. Сетевая безопасность. Часть 1. Обзор и понятия.
ISO/IEC 27033-3:2010 – Информационные технологии. Методы обеспечения защиты. Сетевая безопасность. Часть 3. Сетевые сценарии. Угрозы, методы проектирования и управления вопросами.
ISO/IEC 27034-1:2011 – Информационные технологии. Методы обеспечения защиты. Безопасность приложений. Часть 1. Обзор и понятия.
ISO/IEC 27035:2011 – Информационные технологии. Методы обеспечения защиты. Управление инцидентами по информационной безопасности.
ISO 27799:2008 – Информатика в здравоохранении. Менеджмент безопасности информации по стандарту ISO/IEC 27002.
ISO/IEC 24762:2008 – Информационные технологии. Методы обеспечения защиты. Рекомендации по услугам для аварийного восстановления информационных и коммуникационных технологий.

К третьей группе относятся стандарты:
ISO/IEC 27006:2011 – Информационные технологии. Средства обеспечения безопасности. Требования для органов, выполняющих аудит и сертификацию систем менеджмента информационной безопасности.
ISO/IEC 27007:2011 – Информационные технологии. Средства обеспечения безопасности. Руководящие указания для аудита систем менеджмента информационной безопасности.

ISO/IEC TR 27008:2011 – Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Руководство для аудиторов по мерам и средствам обеспечения информационной безопасности.

В четвёртую группу объединяются ниже перечисленные стандарты:
ISO/IEC 27002:2005 – Информационные технологии. Средства обеспечения. Свод практик для менеджмента информационной безопасности.

ISO/IEC 27003:2010 – Информационные технологии. Руководство по осуществлению системы менеджмента информационной безопасности.

ISO/IEC 27004:2009 – Информационные технологии. Средства обеспечения безопасности. Измерения менеджмента информационной безопасности.

ISO/IEC 27005:2011 – Информационные технологии. Методы защиты. Менеджмент рисков информационной безопасности.

ISO/IEC 27011:2010 – Информационные технологии. Средства обеспечения безопасности. Руководящие указания по менеджменту информационной безопасности для телекоммуникаций на основе ISO / IEC 27002.

Национальные стандарты Российской Федерации в области защиты информации определяются в следующих документах:

ГОСТ Р 51583-2000 Порядок создания автоматизированных систем в защищённом исполнении.

ГОСТ Р 50739-95 Средства вычислительной техники. Защита от несанкционированного доступа к информации. Общие технические требования.

ГОСТ Р 50922-2006 Защита информации. Основные термины и определения.

ГОСТ Р 52069.0-2003 Защита информации. Система стандартов. Основные положения.

ГОСТ Р 51188-98 Защита информации. Испытания программных средств на наличие компьютерных вирусов.

ГОСТ Р 53113.1-2008 Информационная технология. Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. Часть 1. Общие положения.

ГОСТ Р 53113.2-2009 Информационная технология. Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. Часть 2. Рекомендации по организации защиты информации, информационных технологий и автоматизированных систем от атак с использованием скрытых каналов.

ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 15446-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Руководство по разработке профилей защиты и заданий по безопасности.

ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 19795-3-2009 Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Эксплуатационные испытания и протоколы испытаний в биометрии. Часть 3. Особенности проведения испытаний при различных биометрических модальностях.

ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 18045-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Методология оценки безопасности информационных технологий.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 1. Введение и общая модель.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные требования безопасности.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 3. Требования доверия к безопасности.

ГОСТ Р 53109-2008 Система обеспечения информационной безопасности сети связи общего пользования. Паспорт организации связи по информационной безопасности.

ГОСТ Р 53114-2008 Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения.

ГОСТ Р 53112-2008 Защита информации. Комплексы для измерений параметров побочных электромагнитных излучений и наводок. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 53115-2008 Защита информации. Испытание технических средств обработки информации на соответствие требованиям защищенности от несанкционированного доступа. Методы и средства.

ГОСТ Р 53113.2-2009 Информационная технология. Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. Часть 2. Рекомендации по организации защиты информации, информационных технологий и автоматизированных систем от атак с использованием скрытых каналов.

ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 19791-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Оценка безопасности автоматизированных систем.

ГОСТ Р 53131-2008 Защита информации. Рекомендации по услугам восстановления после чрезвычайных ситуаций функций и механизмов безопасности информационных и телекоммуникационных технологий. Общие положения.

ГОСТ Р 54581-2011 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Основы доверия к безопасности ИТ. Часть 1. Обзор и основы.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27033-1-2011 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Безопасность сетей. Часть 1. Обзор и концепции.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27006-2008 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Требования к органам, осуществляющим аудит и сертификацию систем менеджмента информационной безопасности.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27004-2011 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент информационной безопасности. Измерения.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010 Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.

ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство.

ГОСТ 28147-89 Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования.

7. Разработка и применение методологии

7.1. Определение методологии

Методология представляет собой взаимосогласованную совокупность принципов, моделей, методов, правил и инструментальных средств и систем для достижения поставленной цели в определённых условиях.

В соответствии с определением методологии при её раскрытии описываются:

- цель;
- актуальность цели;
- принципы;
- модели;
- методы;
- правила;
- содержание методологии;
- инструментальные средства и системы;
- значимость;
- примеры реализации.

Освоение приёмов разработки методологий в процессе обучения по основной образовательной программе магистратуры обеспечивает

формирование базовых и дополнительных профессиональных компетенций [8, 9, 97].

Ниже раскрывается пример представления разработанной методологии многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга. Приводимая ниже методология формировалась на основе результатов, опубликованных в [98 – 103].

7.2. Методология многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга

Поставленная цель анализа заключается в рациональном выборе системы биллинга для технологического сопровождения деятельности телекоммуникационной компании.

В условиях развития информационного общества и рыночной экономики проявляется очевидная необходимость совершенствования технологического сопровождения деятельности телекоммуникационных компаний. Системы биллинга являются одними из основных компонентов технологического сопровождения деятельности телекоммуникационных компаний, образующих среды их взаимодействия с клиентами. С одной стороны, в системах биллинга учитываются многообразие профилей клиентов, представляющих их интересы и требования. С другой стороны, в системы биллинга включаются функциональные и тарифные характеристики, определяемые телекоммуникационными компаниями исходя из экономической целесообразности их деятельности в условиях конкуренции на рынке инфокоммуникационных услуг и перспектив развития в целях обеспечения устойчивых конкурентных преимуществ по ряду обоснованно выделяемых ими позиций.

Двусторонним взаимодействием через систему биллинга предопределяется её ролевой контекст, при котором акцентируется особое внимание на процессе управления взаимоотношениями. При подобном контексте система биллинга может рассматриваться как средство управления не только экономической эффективностью деятельности телекоммуникационной компании, но и перспективами её развития в условиях экономики знаний. В описанной ситуации выявляется необходимость систематического сравнительного анализа систем биллинга, ориентированного на выяснение статуса действующего варианта системы по отношению к известным реализациям, фигурирующим в составе технологического сопровождения телекоммуникационной компании, и последующего принятия решений по совершенствованию или созданию нового средства управления. В связи с этим актуализируется разработка моделей, методов и средств сравнительного анализа систем биллинга для систематического использования в жизненном цикле технологического сопровождения деятельности телекоммуникационных компаний.

Концептуальная основа методологии базируется на системе следующих принципов:

1 принцип – принцип системности.

В архитектурном плане средства сравнительного анализа систем биллинга могут рассматриваться в качестве компонентов технологического сопровождения деятельности, периодически активизируемых для принятия решений по его обновлению.

Среди факторов, определяющих периодичность активизации средств сравнительного анализа систем биллинга, могут выделяться как внешние, так и внутренние.

Внутренние факторы находятся в прямой зависимости от изменяемости других компонентов технологического сопровождения, вызывающей обновление функциональных и (или) тарифных характеристик. Внешние факторы предопределяются состоянием рынка систем биллинга, состоянием дел у конкурентов, партнёров и клиентов, а также условиями ведения бизнеса.

2 принцип – принцип многопрофильности.

Многообразием внутренних и внешних факторов обуславливается многопрофильность сравнительного анализа систем биллинга, которая характеризуется системой уровней. При этом каждый уровень сопоставляется с определённым этапом развития технологического сопровождения деятельности телекоммуникационной компании.

Начальному этапу включения системы биллинга в технологическое сопровождение ставится в соответствие нижний стартовый уровень профиля сравнительного анализа. Этап включения системы биллинга в контур управления перспективами развития телекоммуникационной компании соотносится с верхним уровнем профиля сравнительного анализа. Верхний уровень располагается над тем уровнем, который сопоставляется с этапом ввода системы биллинга в контур управления экономической эффективностью деятельности телекоммуникационной компании.

Многопрофильность сравнительного анализа, необходимая для достижения устойчивой конкурентоспособности телекоммуникационной компании, является объективным основанием для разработки семейства формализаций, обеспечивающих его проведение.

3 принцип – принцип «снизу вверх».

Формирование семейства начинается с поддержки нижнего уровня профиля сравнительного анализа.

С системных позиций формализации семейства должны находиться в определённых отношениях связности, позволяющих учитывать пополнение и детализацию знаний о тактических и стратегических направлениях развития телекоммуникационной компании, проявлении новых свойств и

качеств систем биллинга при поэтапном расширении представлений относительно их обоснованного выбора.

4 принцип – принцип преодоления неопределённости.

Анализ, соответствующий нижнему уровню, характеризуется достаточно большим объёмом неопределённости, проявляющейся при отражении многообразных свойств систем биллинга и соответствующих им функциональных характеристик. Используемые формализации должны обеспечивать преодоление неопределённости относительно метрических характеристик известных систем биллинга.

В основу методологии закладываются следующие модели:

- концептуальная модель процесса образования многообразия систем биллинга;
- кортеж функциональных моделей систем биллинга;
- кортеж моделей окружающих сред систем биллинга.

Методология базируется на логической связи следующих методов:

- метод сравнительного анализа систем биллинга;
- методы анализа функциональных моделей систем биллинга при определённых моделях их окружающих сред.

Работоспособность инструментальных средств должна быть проверена и подтверждена на примерах реализации.

7.3. Содержание методологии

Методология многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга ориентируется на их сопоставление на множестве уровней $i = 0, 1, 2, \dots, var$.

Обобщённая форма описания сравнительного анализа A_0 систем биллинга на нижнем уровне ($i = 0$) представляется следующим кортежем:

$$A_0 = \langle Q, F, E, Y, O, L \rangle,$$

где Q – концептуальная модель процесса образования многообразия систем биллинга;

F – метод сравнительного анализа альтернативных реализаций систем биллинга;

E – кортеж, представляющий исходную информацию для проведения сравнительного анализа;

$$E = \langle A, B \rangle,$$

$A (N \times M)$ – матрица значений оценок интенсивности проявления критериев, характеризующих сравниваемые реализации биллинговых систем;

$B (N \times 1)$ – вектор значимости критериев;

N – число критериев;

M – число сравниваемых систем биллинга;

Y – множество ограничений, описывающих требования к модели процесса образования многообразия систем биллинга;

O – упорядоченная последовательность систем биллинга;

L – наивысший приоритет выбора альтернативной реализации системы биллинга.

Концептуальная модель процесса образования многообразия систем биллинга описывается нижеприведённым кортежем:

$$Q = \langle U, I, C, R \rangle,$$

U – цель применения системы биллинга;

I – множество сравниваемых систем биллинга, $|I|=M$;

C – множество критериев, характеризующих свойства сравниваемых систем биллинга;

$$D = \langle U, I, C \rangle,$$

D – множество концептов, $|D|=M+N+1$;

$R \subseteq D \times D$ – отношения непосредственного наследования.

Отношение R задаётся матрицей размером $((M+N+1) \times (M+N+1))$. Если концепт d_i непосредственно предшествует концепту d_j , то $(d_i, d_j) \in R$ и $r_{i,j} = 1$, в противном случае $(d_i, d_j) \notin R$ и $r_{i,j} = 0$.

Концептуальная модель процесса образования многообразия систем биллинга формируется как иерархическая трёхъярусная модель. В каждом ярусе представляется определённая группа концептов. К первому ярусу относится цель, ко второму – множество критериев, к третьему – множество сравниваемых систем биллинга.

В соответствии с топологией иерархической трёхъярусной модели процесса образования многообразия систем биллинга должны выполняться следующие условия:

$$r_{1,j} = 0, \quad r_{j,1} = 0 \quad \text{при} \quad \forall j \in S, \quad (7.3.1)$$

где S – множество индексов, представляющих концепты третьего яруса;

$$r_{i,1} = 0 \quad \text{при} \quad \forall i \in H, \quad (7.3.2)$$

H – множество индексов, представляющих концепты второго яруса;

$$r_{j,i} = 0 \text{ при } \forall j \in S \text{ и } \forall i \in H. \quad (7.3.3)$$

Условия (7.3.1) – (7.3.3) включаются во множество Y .

Визуальный образ концептуальной модели процесса образования многообразия систем биллинга может строиться в любой инструментальной среде представления знаний. Например, ИНМС Стар Tools или Protege.

Включённый в кортеж A_0 метод сравнительного анализа систем биллинга F является интерпретацией формализации, раскрытой в [97 – 98], и описывается нижеприводимой последовательностью операций.

Операция F_1 :

определение A ($N \times M$) матрицы значений оценок интенсивности проявления критериев, характеризующих сравниваемые реализации биллинговых систем. Элемент матрицы $\lambda_{n,i}$ $n=1,2,\dots,N$ представляет значение интенсивности проявления n -ого критерия в i -ой реализации системы биллинга. Посредством выполнения этой операции преодолевается априорная неопределенность относительно метрических характеристик критериев.

Операция F_2 :

формирование W_n ($M \times M$), $n=1,2,\dots,N$ матриц результатов попарных сравнений соответствующих оценок интенсивностей проявления критериев для сравниваемых реализаций биллинговых систем согласно формулам (7.3.4), (7.3.5):

$$W_n = \begin{matrix} & \lambda_{n,1} & \lambda_{n,2} & \dots & \lambda_{n,i} & \dots & \lambda_{n,M} \\ \lambda_{n,1} & & & & & & \\ \lambda_{n,2} & & & & & & \\ \dots & & & & & & \\ \lambda_{n,i} & & & & & & \\ \dots & & & & & & \\ \lambda_{n,M} & & & & & & \end{matrix} \quad (7.3.4)$$

$$W_n = \begin{matrix} & 1 & & & & & \\ \lambda_{n,1} & & & & & & \\ \lambda_{n,2} & & & & & & \\ \dots & & & & & & \\ \lambda_{n,i} & & & & & & \\ \dots & & & & & & \\ \lambda_{n,M} & & & & & & \end{matrix} \quad (7.3.5)$$

$\lambda_{n,i}$ – интенсивность проявления n -ого критерия в i -ой реализации системы биллинга;

$\lambda_{n,j}$ – интенсивность проявления n -ого критерия в j -ой реализации системы биллинга.

Операция F_3 :

определение коэффициентов предпочтений в выборе альтернативной реализации по каждому из выделенных критериев на основе соотношения (7.3.6):

$$k_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^M V_{nj}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M V_{ij}}; n=1,2,\dots,N; i=1,2,\dots,N; \quad (7.3.6)$$

Операция F_4 :
заполнение \mathbf{B} ($N \times 1$) вектора значимости критериев, характеризующих сравниваемые реализации биллинговых систем.

Операция F_5 :
определение $l_n, n=1,2,\dots,N$ коэффициентов значимости критериев в результате попарных сравнений соответствующих оценок по формулам (7.3.7), (7.3.8):

$$l_i = \frac{\sum_{j=1}^N R_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N R_{ij}}, \quad (7.3.7)$$

$$R_{ij} = \beta_i \beta_j. \quad (7.3.8)$$

где β_i – значимость i -ого критерия; β_j значимость j -ого критерия.

Операция F_6 :
определение $R_i, i=1,2,\dots,M$ приоритетов выбора альтернативной реализации системы биллинга согласно соотношению (7.3.9):

$$R_i = \sum_{n=1}^N r_{ni}; \quad (7.3.9)$$

$$r_{ni} = k_{ni} l_i; n=1,2,\dots,N; i=1,2,\dots,M$$

Операция F_7 :
формирование вектора $\mathbf{O}, |\mathbf{O}|=M$ посредством упорядочивания элементов вектора $\mathbf{I}, |\mathbf{I}|=M$ по принципу возрастания соответствующих $R_i, i=1,2,\dots,M$ приоритетов.

Операция F_8 :
выбор L альтернативы – лидера среди сравниваемых реализаций биллинговых систем на основе преобразования (7.3.10)

$$\dots \quad (7.3.10)$$

Образование вектора O посредством сравнительного анализа систем биллинга, входящих в выделенное многообразие, является опорным базисом для вариаций в их выборе в условиях, когда все реализации включаются в технологическое сопровождение для адаптивного ситуационного управления деятельностью телекоммуникационной компании. При вариациях могут учитываться дополнительные ограничения, предъявляемые к функциональным характеристикам систем биллинга и их окружению. Решение задачи вариативного выбора при соблюдении указанных ограничений относится к последующим уровням профиля сравнительного анализа систем биллинга.

Обобщённая форма описания сравнительного анализа A_i систем биллинга на i -ом уровне профиля представляется в виде кортежа:

$$A_i = \langle A_{i-1}, X_i, O_i, \Phi_i, Z_i, G_i \rangle,$$

где A_{i-1} – обобщённая форма описания сравнительного анализа систем биллинга на $(i - 1)$ -ом уровне профиля;

X_i – кортеж функциональных моделей систем биллинга на i -ом уровне профиля;

O_i – кортеж моделей окружающих сред систем биллинга на i -ом уровне профиля;

Φ_i – кортеж методов, обеспечивающих определение критериев качества функционирования систем биллинга на i -ом уровне профиля;

Z_i – кортеж исходной информации для функциональных моделей и моделей окружающих сред на i -ом уровне профиля;

G_i – кортеж ограничений, предъявляемых к функциональным характеристикам систем биллинга и характеристикам событий, происходящих в окружающих средах.

7.4. Значимость методологии

Научная значимость методологии:

- разработана новая модель представления знаний о многопрофильном сравнительном анализе систем биллинга;
- впервые сформирована концептуальная модель процесса образования многообразия систем биллинга;
- расширено математическое обеспечение технологического сопровождения деятельности телекоммуникационных компаний за счёт разработки метода выбора системы биллинга среди альтернативных реализаций по интегральному критерию.

Практическая значимость методологии:

– определено ядро спецификации инструментальных средств сравнительного анализа систем биллинга.

Предложенные формализации использованы в технологическом сопровождении деятельности телекоммуникационного оператора ОАО «Мобильные ТелеСистемы» (МТС).

7.5. Реализация методологии многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга

7.5.1. Формирование множества сравниваемых систем биллинга

Реализация методологии многопрофильного сравнительного анализа систем биллинга начинается с формирования множества сравниваемых систем биллинга.

Система биллинга является сложным программно-аппаратным комплексом, предназначенным для учета услуг, предоставленных абонентам в сетях электросвязи, расчета за оказанные услуги и выполнение связанных с этим функций. Подобные системы именуются как АСР – автоматизированные системы расчетов.

Система биллинга может рассматриваться как средство управления не только экономической эффективностью деятельности телекоммуникационной компании, но и перспективами её развития в условиях экономики знаний. В описанной ситуации выявляется необходимость систематического сравнительного анализа систем биллинга, ориентированного на выяснение статуса действующего варианта системы по отношению к известным реализациям, фигурирующим в составе технологического сопровождения телекоммуникационной компании, и последующего принятия решений по совершенствованию или созданию нового средства управления.

Различия между операторами связи и технологиями их работы настолько велики, что не представляется возможным сформулировать универсальные требования для выбора системы биллинга. В дальнейшем рассматриваются системы биллинга, которые наиболее часто применяются для тарификации клиентов.

1) Система АСР Расчеты (рис. 7.1)

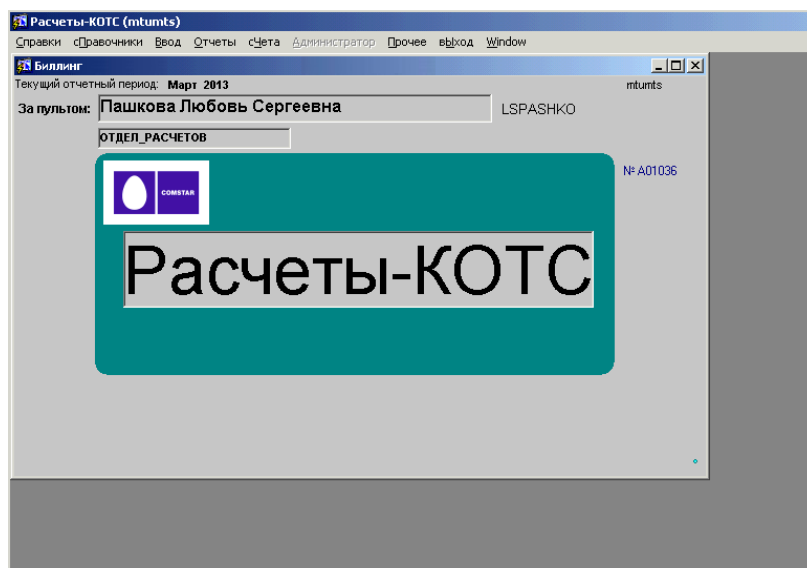


Рис. 7.1. Рабочее окно АСР Расчеты

Основные операции выполняются на договорах, заведенных в систему, или на лицевых счетах (рис. 7.2, рис. 7.3). Различается несколько типов лицевых счетов:

- 1) ежемесячные расчеты (телефония, интернет, VPN и т.д);
- 2) установочный лицевой счет (одноразовые платежи);
- 3) расчеты по МГМН (междугородняя и международная связь).

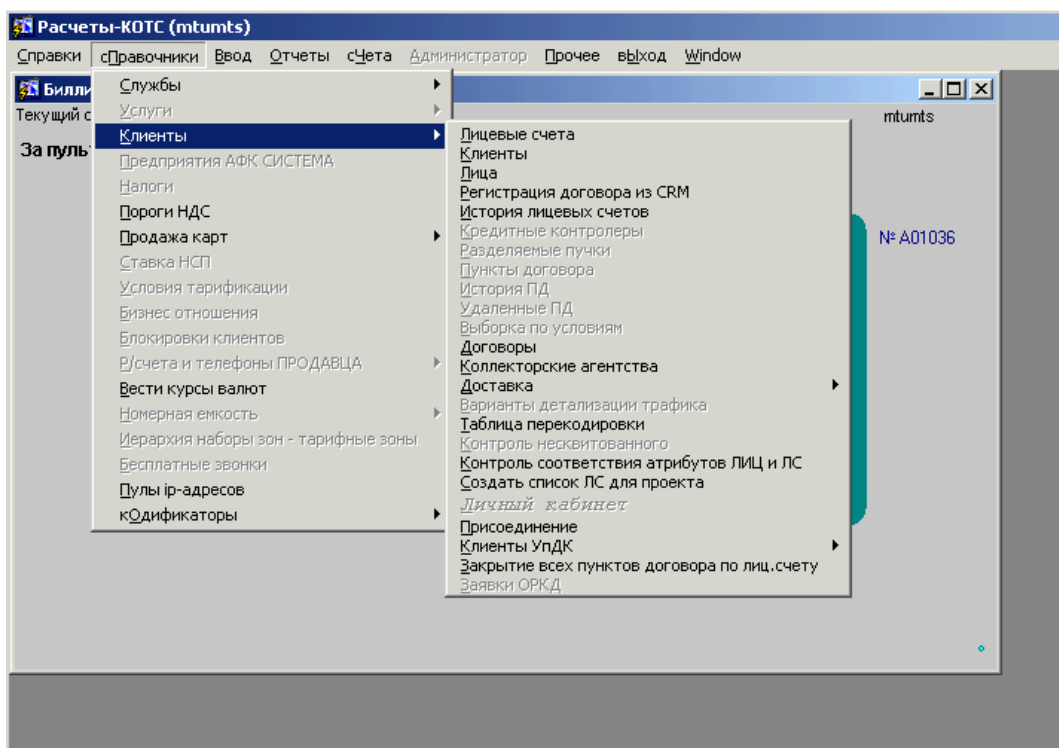


Рис. 7.2. Поиск клиента по номеру договора

На лицевые счета заводятся все ресурсы, прописанные в договоре, оказываемые услуги и условия тарификации. Изменения вносятся только в текущем периоде. После закрытия биллинга (первые числа месяца) не поддерживается изменение условий тарификации. Все счета выставляются после закрытия и автоматически рассылаются клиентам на адреса электронной почты, а также рассылаются оригиналы документов по соглашению с курьерской службой.

В данной системе биллинга не поддерживается привязка телефонных ресурсов к коммутатору, поэтому вероятность неправильных начислений очень мала и может вызываться только невнимательностью оператора.

2) Система LANBilling

В этой системе биллинга на договоре заводятся отдельные учетные записи. Все функции по ресурсам повторяются по отношению к системе АСР Расчеты. Однако система LANBilling находится в непосредственной связи с коммутатором Huawei, поэтому в случае аварий часть трафика может потеряться и не учитываться при начислениях, вследствие чего она считается менее надежной, чем система АСР Расчеты.

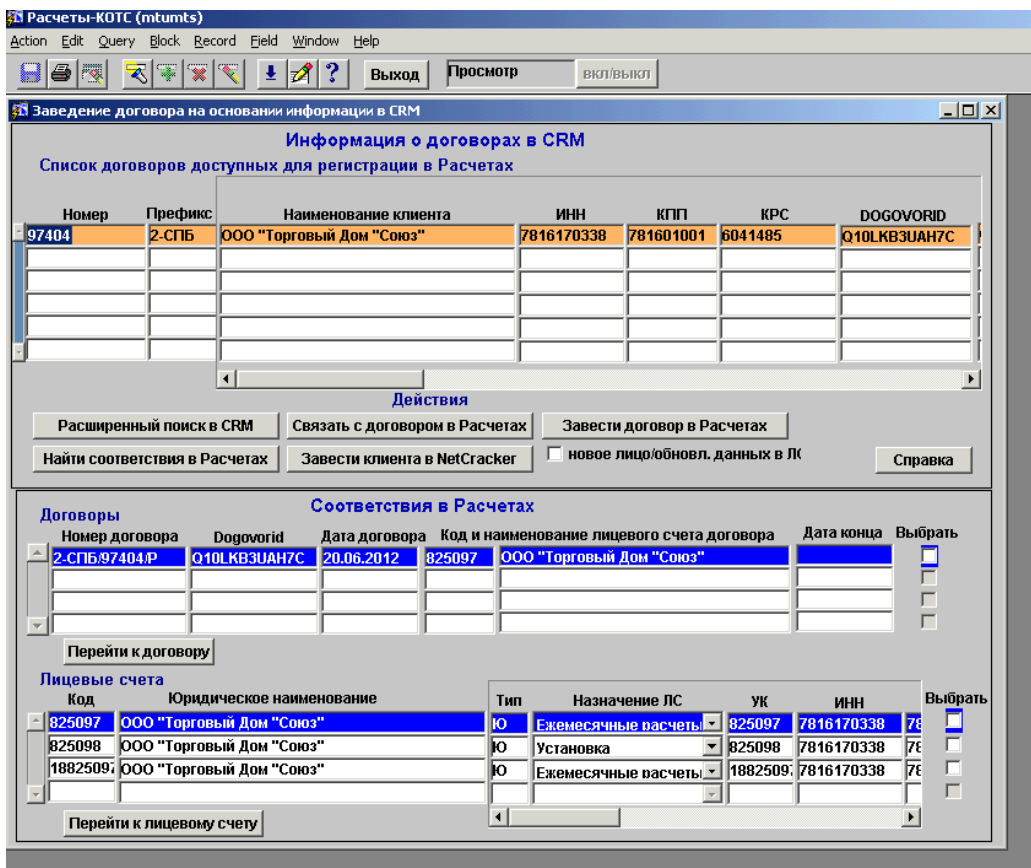


Рис. 7.3. Информация о договорах в CRM

Пример представления договора в системе LANBilling приводится на рис. 7.4.

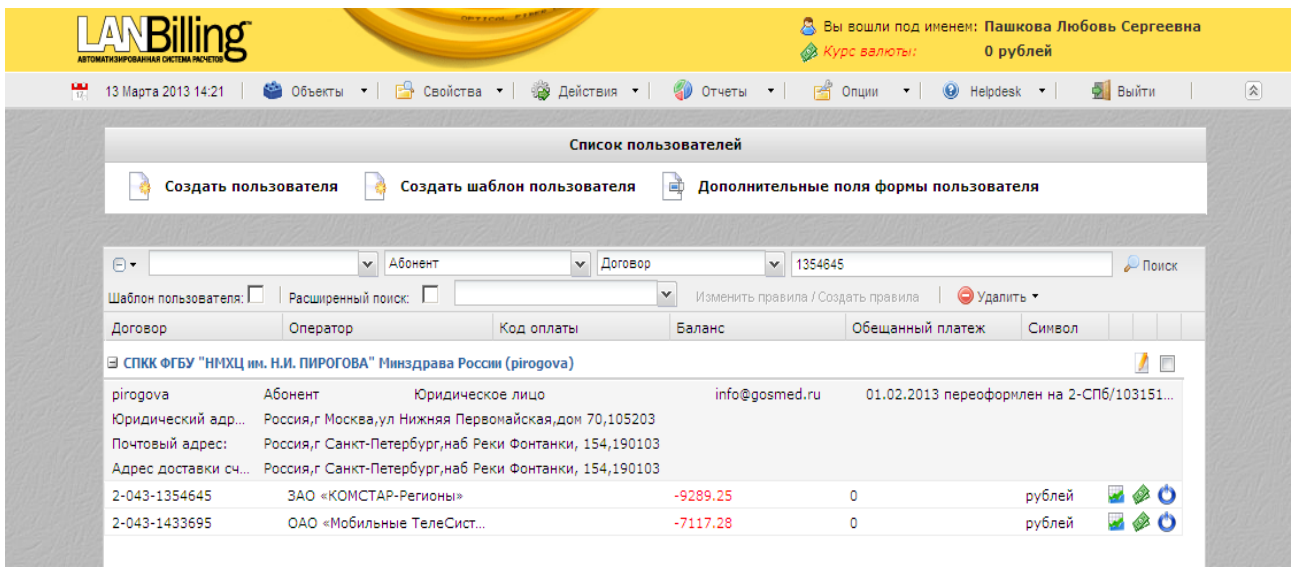


Рис. 7.4. Пример договора в LANBilling

На рис. 7.5 показываються учетные записи клиента на договоре 1354845.

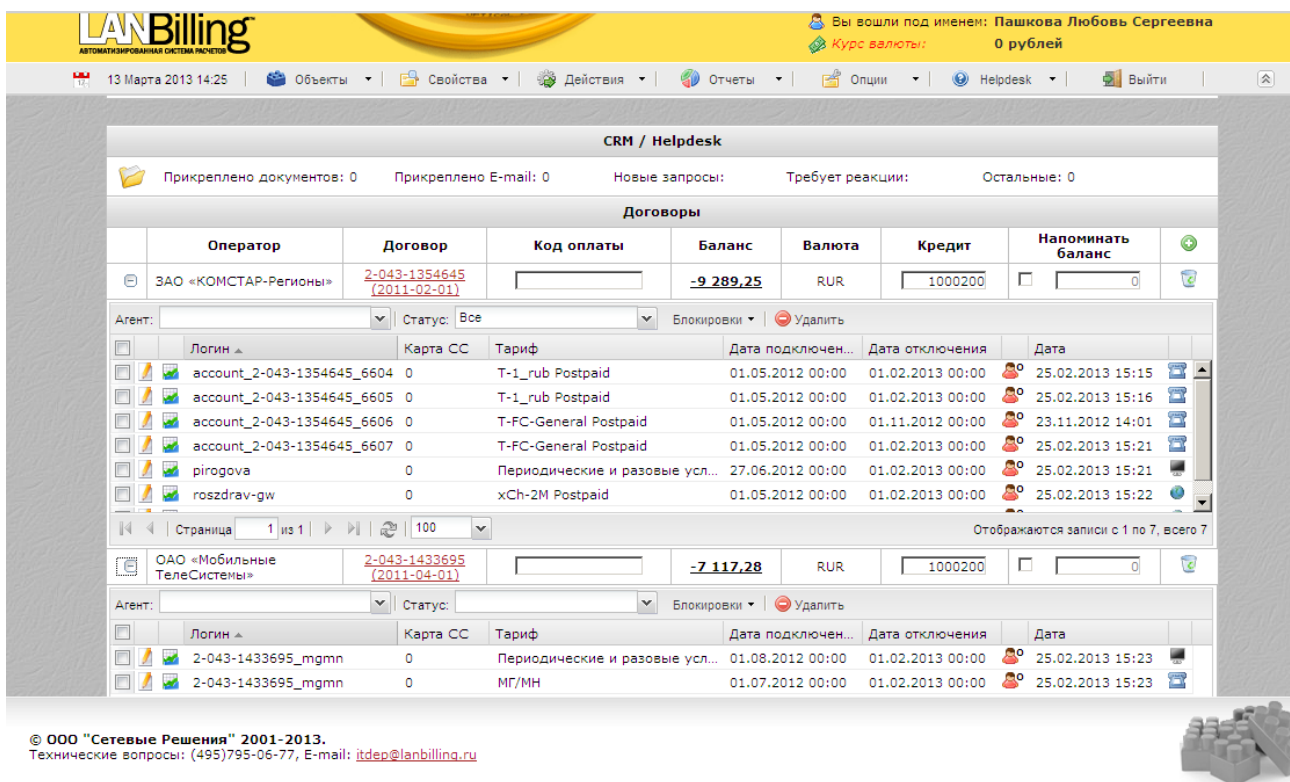


Рис. 7.5. Учетные записи

3) Система FORIS (рис. 7.6)

Указанная система используется в компаниях, как для фиксированной связи, так и для тарификации мобильных клиентов.

Во всех рассмотренных системах имеется возможность ведения начислений в разных валютах.

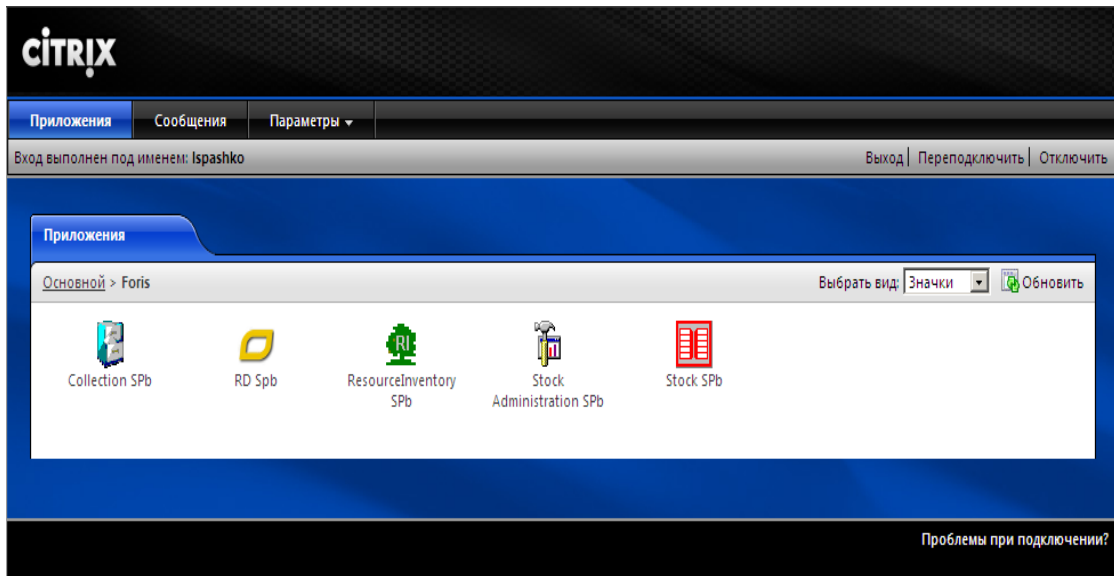


Рис. 7.6. Рабочая область биллинга FORIS

7.5.2. Реализация методологии

Представляемая реализация методологии относится к нижнему уровню профиля сравнительного анализа, в результате которого выбирается наиболее приоритетная реализация среди сопоставляемых альтернативных систем биллинга. Операционная канва формализации сравнительного анализа базируется на методе Саати.

Задача выбора альтернативы из множества сравниваемых систем биллинга решается посредством выполнения действий нижеприводимых этапов.

Этап 1. Для обновления технологического сопровождения деятельности телекоммуникационной компании ставится цель выявления наилучшей реализации системы биллинга по интегральному критерию среди возможных альтернатив:

$$\arg(\max_i R_i), \quad i = 1, 2, \dots, M,$$

где R_i – коэффициент превосходства i –ой реализации системы биллинга, отражающий степень проявления всех критериев её качества;

M – размерность множества альтернативных реализаций систем биллинга.

Этап 2. В реализации биллинговых систем выделяется I множество альтернатив, $|I| = M$.

Пусть в некоторой компании образуется I множество альтернатив, включающее три продукта: I_1 – АСР Расчеты; I_2 - LANBilling; I_3 – FORIS.

Множество альтернатив I характеризуется размерностью $M = 3$.

Этап 3. На основании результатов анализа современных подходов к организации систем биллинга и опыта их применения в технологическом сопровождении деятельности телекоммуникационных компаний образуется C множество критериев качества, характеризуемое размерностью $|C| = N$:

C_1 – обеспечение гибкости;

C_2 – обеспечение масштабируемости по нагрузке;

C_3 – обеспечение надежности;

C_4 – поддержка мультиязычности;

C_5 – поддержка мультивалютности;

C_6 – поддержка отложенного биллинга, при котором расчеты производятся после состоявшихся звонков;

C_7 – поддержка горячего биллинга, при котором баланс счета клиента изменяется в процессе разговора;

C_8 – оптимизация биллинга;

C_9 – поддержка крупномасштабной сети;

C_{10} – поддержка постинга биллинга;

$N = 10$.

Этап 4. В соответствии с состоянием дел по исследованию качества систем биллинга вводится система оценок интенсивности проявления критериев на множестве альтернатив в их реализации

$$w_{n,i}$$

где $w_{n,i}$ – оценка интенсивности проявления n -ого критерия в i -ой альтернативе системы биллинга.

В настоящее время вопрос формального определения выше указанных критериев остается открытым. В связи с этим вводится система экспертных оценок интенсивности проявления критериев, указанная в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Значения оценок сущностей

Сущность оценки	Значение оценки
Нет разницы в оценках	1
Несущественная разница в оценках	2
Незначительная разница в оценках	3

Существенное превосходство одной оценки над другой	5
--	---

По мнению экспертов $\omega_{1,1} = 3, \omega_{1,2} = 2, \omega_{1,3} = 5, \omega_{2,1} = 3, \omega_{2,2} = 2, \omega_{2,3} = 3, \omega_{3,1} = 5, \omega_{3,2} = 3, \omega_{3,3} = 5, \omega_{4,1} = 1, \omega_{4,2} = 1, \omega_{4,3} = 2, \omega_{5,1} = 1, \omega_{5,2} = 1, \omega_{5,3} = 1, \omega_{6,1} = 3, \omega_{6,2} = 1, \omega_{6,3} = 3, \omega_{7,1} = 5, \omega_{7,2} = 1, \omega_{7,3} = 3, \omega_{8,1} = 3, \omega_{8,2} = 1, \omega_{8,3} = 3, \omega_{9,1} = 3, \omega_{9,2} = 1, \omega_{9,3} = 3, \omega_{10,1} = 3, \omega_{10,2} = 1, \omega_{10,3} = 3.$

Этап 5. По каждому критерию из множества C определяются оценки интенсивности проявления сущности каждой другой альтернативы j (в том числе и по отношению к самой себе) из множества I

$$\omega_{ij} = \frac{\omega_{ji}}{\omega_{ji}}; i, j \in I, i \neq j, \omega_{ii} = 1; \quad (7.5.1)$$

где $\omega_{n,j}$ – оценка интенсивности проявления n -ого критерия в j -ой альтернативе системы биллинга.

Этап 6. На основе результатов пятого этапа формируются линейные комбинации попарных сравнений альтернатив для каждого критерия из множества C , оцениваются их значения и вычисляется коэффициент важности каждой альтернативы по отношению к каждому критерию

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^M \omega_{ij}}{\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^M \omega_{ij}}; i \in I, i = 1, 2, \dots, M. \quad (7.5.2)$$

Результаты выполнения шестого этапа приводятся в табл. 7.2 – 7.11. Таблица 7.2

Оценки интенсивности проявления критерия C_1

Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=1$
Альтернативы	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
I_1				
$i = 1$	1,00	1,50	0,60	0,30
I_2				
$i = 2$	0,67	1,00	0,40	0,20

I_3				
$i = 3$	1,67	2,50	1,00	0,50
Сумма				1,00

Этап 7. По каждому выделенному критерию из множества C принимается условное решение относительно лидерства той альтернативы по отношению к другим возможным из состава сравниваемых, которой соответствует максимальное значение коэффициента важности

$$I_i = \max_j (k_{ij}) \quad (7.5.3)$$

Таблица 7.3

Оценки интенсивности проявления критерия C_2

Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=2$
Альтернативы	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
I_1				
$i = 1$	1,00	1,50	1,00	0,38
I_2				
$i = 2$	0,67	1,00	0,67	0,25
I_3				
$i = 3$	1,00	1,50	1,00	0,38
Сумма				1,00

Таблица 7.4

Оценки интенсивности проявления критерия C_3

Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=3$
Альтернативы	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
I_1				
$i = 1$	1,00	1,67	1,00	0,38
I_2				
$i = 2$	0,60	1,00	0,60	0,23
I_3				
$i = 3$	1,00	1,67	1,00	0,38
Сумма				1,00

Таблица 7.5

Оценки интенсивности проявления критерия C_4

Альтернативы Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=4$
	$j=1$	$j=2$	$j=3$	
I_1	1,00	1,00	0,50	0,25
$i=1$				
I_2	1,00	1,00	0,50	0,25
$i=2$				
I_3	2,00	2,00	1,00	0,50
$i=3$				
Сумма				1,00

Таблица 7.6

Оценки интенсивности проявления критерия C_5

Альтернативы Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=5$
	$j=1$	$j=2$	$j=3$	
I_1	1,00	1,00	1,00	0,33
$i=1$				
I_2	1,00	1,00	1,00	0,33
$i=2$				
I_3	1,00	1,00	1,00	0,33
$i=3$				
Сумма				1,00

Таблица 7.7

Оценки интенсивности проявления критерия C_6

Альтернативы Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=6$
	$j=1$	$j=2$	$j=3$	
I_1	1,00	3,00	1,00	0,43
$i=1$				
I_2	0,33	1,00	0,33	0,14
$i=2$				
I_3	1,00	3,00	1,00	0,43
$i=3$				

$i = 3$				
Сумма				1,00

Таблица 7.8

Оценки интенсивности проявления критерия C_7

Альтернативы Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=7$
	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
I_1				
$i = 1$	1,00	1,00	0,33	0,20
I_2				
$i = 2$	1,00	1,00	0,33	0,20
I_3				
$i = 3$	3,00	3,00	1,00	0,60
Сумма				1,00

Таблица 7.9

Оценки интенсивности проявления критерия C_8

Альтернативы Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=8$
	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
I_1				
$i = 1$	1,00	3,00	1,00	0,43
I_2				
$i = 2$	0,33	1,00	0,33	0,14
I_3				
$i = 3$	1,00	3,00	1,00	0,43
Сумма				1,00

Таблица 7.10

Оценки интенсивности проявления критерия C_9

Альтернативы Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=9$
	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
I_1				
$i = 1$	1,00	2,00	0,67	0,33

I_2				
$i = 2$	0,50	1,00	0,33	0,17
I_3				
$i = 3$	1,50	3,00	1,00	0,50
Сумма				1,00

Таблица 7.11

Оценки интенсивности проявления критерия C_{10}

Альтернативы	I_1	I_2	I_3	$k_{n,i}$ $n=10$
Альтернативы	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	
I_1				
$i = 1$	1,00	1,00	1,00	0,33
I_2				
$i = 2$	1,00	1,00	1,00	0,33
I_3				
$i = 3$	1,00	1,00	1,00	0,33
Сумма				1,00

Этап 8. Каждое принятое решение предыдущего этапа может рассматриваться как окончательное решение задачи выбора реализации системы биллинга, если соответствующий критерий признается в качестве основного во множестве C , в противном случае осуществляется переход к следующему этапу.

Этап 9. Посредством попарных сравнений критериев множества C определяется матрица B ($N \times N$), $N=|C|$

$$B = \begin{bmatrix} \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 & \beta_4 & \beta_5 & \beta_6 & \beta_7 & \beta_8 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_2 & \beta_1 & \beta_3 & \beta_4 & \beta_5 & \beta_6 & \beta_7 & \beta_8 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_3 & \beta_3 & \beta_1 & \beta_4 & \beta_5 & \beta_6 & \beta_7 & \beta_8 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_4 & \beta_4 & \beta_4 & \beta_1 & \beta_5 & \beta_6 & \beta_7 & \beta_8 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_5 & \beta_5 & \beta_5 & \beta_5 & \beta_1 & \beta_6 & \beta_7 & \beta_8 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_6 & \beta_6 & \beta_6 & \beta_6 & \beta_6 & \beta_1 & \beta_7 & \beta_8 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_7 & \beta_7 & \beta_7 & \beta_7 & \beta_7 & \beta_7 & \beta_1 & \beta_8 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_8 & \beta_8 & \beta_8 & \beta_8 & \beta_8 & \beta_8 & \beta_8 & \beta_1 & \beta_9 & \beta_{10} \\ \beta_9 & \beta_9 & \beta_9 & \beta_9 & \beta_9 & \beta_9 & \beta_9 & \beta_9 & \beta_1 & \beta_{10} \\ \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_{10} & \beta_1 \end{bmatrix}; \quad (7.5.4)$$

где β_i – значимость i -ого критерия; β_j – значимость j -ого критерия.

По мнению экспертов, значимость критериев отражается значениями, указанными в табл. 7.12.

Таблица 7.12

Значения критериев β_i $i=1,2, \dots,10$

β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8	β_9	β_{10}
2	2	5	3	3	2	5	3	1	2

Этап 10. На основе множества C формируются линейные комбинации попарных сравнений критериев и оценивается значение коэффициента важности каждого критерия

$$l_i = \frac{\sum_{j=1}^N h_{ij}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N h_{ij}}, \quad i=1,2,\dots,N. \quad (7.5.5)$$

Этап 11. По результатам этапа 6 и этапа 10 определяется интегральная оценка степени проявления каждого критерия из множества C для каждой альтернативной реализации системы биллинга

$$R_i = \sum_{j=1}^N l_j h_{ij}. \quad (7.5.6)$$

Этап 12. В виде линейной комбинации степени проявления полного набора критериев из множества C определяется R_i коэффициент превосходства и оценивается его значение для каждой альтернативной реализации системы биллинга

$$R_i = \sum_{j=1}^N R_j h_{ij}. \quad (7.5.7)$$

Результаты выполнения рассматриваемого этапа представляются в табл. 13.

Этап 13. На основании результатов, полученных на этапе 12, принимается решение относительно лидерства той или иной альтернативы по отношению к другим возможным из состава сравниваемых, которой соответствует максимальное значение коэффициента превосходства

$$J = \arg \max_i R_i. \quad (7.5.8)$$

J – номер наилучшей реализации системы биллинга по интегральному критерию.

Таблица 7.15

Оценки значений коэффициента превосходства

Критерии Альтернативы	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	R_i
	$n=1$	$n=2$	$n=3$	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$	$n=8$	$n=9$	$n=10$	

I_1											
$i = 1$	0,02	0,03	0,07	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,01	0,02	0,33
I_2											
$i = 2$	0,01	0,02	0,04	0,03	0,04	0,01	0,04	0,02	0,01	0,02	0,23
I_3											
$i = 3$	0,04	0,03	0,07	0,06	0,04	0,03	0,11	0,05	0,02	0,02	0,45
Сумма											1,00

Посредством выполнения операций (7.5.1) – (7.5.15) выбирается конкретная система биллинга для обновления технологического сопровождения деятельности телекоммуникационной компании. В данном случае $J=3$.

В результате выполненных исследований выявлены следующие закономерности:

- по интегральному критерию система FORIS опережает альтернативные варианты систем биллинга;
- по критерию обеспечения масштабируемости, надежности и отложенному биллингу лидируют системы FORIS и ACP Расчёты.
- система LANBilling по сравнению с другими исследуемыми системами не выделяется ни по одному критерию качества.

8. Разработка методик

8.1. Определение методики

Методика представляет взаимосогласованную последовательность операций, реализующих некоторый метод или способ выполнения деятельности применительно к определённым условиям.

Далее демонстрируется система методик, являющихся системообразующим ядром методологии проектирования интеллектуальных информационных программных агентов. Методики разрабатываются на основе результатов, опубликованных в [58, 60, 62, 66 – 69, 71, 73, 85, 88, 104 – 106].

8.2. Методика формирования модели интеллектуального информационного программного агента

Условия формирования модели заключаются в следующем:

1. Интеллектуальный информационный программный агент функционирует в среде инфраструктуры крупномасштабной гетерогенной сети, в состав которой входят информационные ресурсы.

2. Интеллектуальный информационный программный агент выполняет действия, направленные на устранение неопределённости относительно описания крупномасштабной гетерогенной сети.

3. Модель интеллектуального информационного программного агента предназначена для объектно-ориентированного анализа преодоления априорной неопределённости относительно описания крупномасштабной гетерогенной сети.

В методику включаются следующие этапы.

1. Состав информационных ресурсов сети описывается априорно неопределённым вектором \mathbf{R} ($1 \times I$), каждый элемент которого r_i , $i = 1, 2, \dots, I$ может принимать одно из двух дискретных значений 1,0, причем:

- $r_i = 1$, если i - й информационный ресурс активен;
- $r_i = 0$ – в противном случае.

При этом считается, что интеллектуальным информационным программным агентом заполняются элементы вектора \mathbf{R} в результате выполнения действий, направленных на устранение неопределённости относительно описания крупномасштабной гетерогенной сети.

2. Настройки интеллектуального информационного программного агента характеризуются следующим образом:

1) каждое действие выражается в генерации и отправке запроса к информационному ресурсу сети, приеме и обработке получаемого ответа, и описывается:

- плотностью распределения вероятностей дискретного времени успешного выполнения запроса $f_i^s(k_{0i}^s)$, $k_{0i}^s = 1, 2, \dots, K_i^s$;
- плотностью распределения вероятностей дискретного времени неуспешного выполнения запроса $f_i^f(k_{0i}^f)$,

$$k_{0i}^f = 1, 2, \dots, K_i^f, i = 1, 2, \dots, I.$$

2) выполнение действия интеллектуального агента, связанного с i - ым ресурсом, завершается:

- заполнением элемента вектора $r_i = 1$, если запрос выполнен успешно;
- $r_i = 0$, в противном случае.

3) при функционировании интеллектуального агента различаются параллельные и последовательные действия. Действия спланированы подсистемой планирования информационного интеллектуального агента. Совокупность этих действий представляется расширенной

объектно-ориентированной моделью в виде графа в нотации UML 2.0, описываемого:

- матрицей инцидентий C ($N \times N$), $N < I$ для N узловых вершин, каждая из которых соответствует запуску, завершению, объединению или распараллеливанию действий;
 - матрицей P ($M \times M$), $M \geq I$ вероятностей переходов между узловыми вершинами, соответствующих выполняемым действиям;
 - вектором функций объединения (входа в узловые вершины) последовательно выполняемых действий F_A ($1 \times M$), каждый элемент которого является функцией «исключающего ИЛИ» с m аргументами, соответствующими входящим m дугам, $F_{A,m} = \oplus(m)$;
 - вектором функций разветвления (выхода из узловых вершин) последовательно выполняемых действий F_B ($1 \times M$), каждый элемент которого является функцией «исключающего ИЛИ» с m аргументами, соответствующими m исходящим дугам, $F_{B,m} = \oplus(m)$;
 - априорно неопределенным вектором функций объединения (входа в узловые вершины) распараллеленных n действий F_N ($1 \times I$): $F_{N,i} = \wedge(n)$, если объединение осуществляется согласно булевой функции «И», $F_{N,i} = \vee(n)$, если объединение осуществляется согласно булевой функции «ИЛИ», $F_{N,i} = ?(n)$, если объединение осуществляется согласно априорно неопределенной функции, $i = 1, 2, \dots, I$;
 - вектором функций распараллеливания (выхода из узловых вершин) n действий F_O ($1 \times I$): $F_{O,i} = \wedge(n)$, (булевых функций «И») $i = 1, 2, \dots, I$.
- 4) действия интеллектуального агента запланированы на выполнение типовых запросов:
- последовательный и параллельный опросы групп реплицированных (дублированных) источников информации;
 - последовательный и параллельный опросы групп нереплицированных источников информации.

- 5) динамическими характеристиками интеллектуального агента являются среднее время устранения неопределенности относительно действующего состава инфраструктуры и риск, определяемый как вероятность того, что время устранения неопределенности относительно описания крупномасштабной гетерогенной сети превысит установленное ограничение.

Научная новизна методики на момент её разработки заключается в расширении формализаций по отношению к известным случаям представления интеллектуальных агентов за счёт учёта условий априорной неопределённости в описании функциональных спецификаций функций соединений распараллеленных действий.

8.3. Методика заполнения параметрического пространства расширенных объектно-ориентированных моделей интеллектуальных информационных агентов на основе метода свободного объединения процессов

Условия заполнения определяются следующим образом:

1. При заполнении параметрического пространства выдвигается и применяется гипотеза о свободном объединении подпроцессов, соответствующих параллельным действиям интеллектуальных информационных агентов. Суть этой гипотезы заключается в том, что объединение наблюдается в некоторый момент промежутка времени от окончания первого до окончания последнего по времени подпроцесса из числа тех, которые отображаются дугами, входящими в соответствующую узловую вершину с неизвестным описанием механизма синхронизации.

2. Неопределенность в описании функциональной спецификации механизмов синхронизации распараллеленных запланированных действий интеллектуальных агентов преодолевается посредством интеграции метода свободного объединения и метода свертки подпроцессов и её применения к объектно-ориентированным моделям распределенных процессов выполнения типовых запросов в виде расширенных диаграмм деятельности с нотацией унифицированного языка моделирования.

Содержание методики представляют следующие операции.

1. При применении гипотезы о свободном объединении подпроцессов узловые вершины с неизвестным описанием механизма синхронизации заменяются системой дуг. Дуги связывают ветви графа.

2. Вероятности новых переходов между узловыми вершинами обеспечивают возможность моделирования прохождения от одной последовательности подпроцессов к другой.

Введенные новые переходы описываются матрицами вида (8.3.1):

$$\mathbf{p}^{(l)} = \left\| \begin{array}{cccc} p_{1,1}^{(l)} & p_{1,2}^{(l)} & \dots & p_{1,n}^{(l)} \\ p_{2,1}^{(l)} & p_{2,2}^{(l)} & \dots & p_{2,n}^{(l)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m,1}^{(l)} & p_{m,2}^{(l)} & \dots & p_{m,n}^{(l)} \end{array} \right\|, \quad l = 1, 2, \dots, L; \quad (8.3.1)$$

где l – номер узловой вершины в ориентированном графе расширенной объектно-ориентированной модели типового запроса, представляющей объединение параллельных действий интеллектуального агента с неизвестным описанием механизма синхронизации;

$$p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)}; \quad \sum_{j=1}^m p_{i,j}^{(l)} = 1; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad (8.3.2)$$

m – число дуг, входящих в l -ую узловую вершину;

n – число дуг, исходящих из l -ой узловой вершины;

$p_{i,j}^{(l)}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$ – вероятность того, что в момент окончания i -ого подпроцесса начинает выполняться j -ый подпроцесс, запускаемый таким оператором, который представляет l -ую узловую вершину.

При отсутствии априорной информации о значениях $p_{i,j}^{(l)}$, используется гипотеза о равновероятных событиях:

$$p_{i,j}^{(l)} = \frac{1}{m}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (8.3.3)$$

Если известно, что с вероятностью близкой к единице какой-либо i -ый подпроцесс заканчивается позже других подпроцессов, то тогда устанавливаются следующие значения вероятностей перехода:

$$p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)} = 1; \quad p_{k,1}^{(l)} = p_{k,2}^{(l)} = \dots = p_{k,n}^{(l)} = 0; \quad k = 1, 2, \dots, m; \quad k \neq i. \quad (8.3.4)$$

Научная новизна методики на момент её разработки заключается в том, что впервые обеспечена возможность применения метода свёртки для определения динамических характеристик интеллектуальных информационных программных агентов за счёт заполнения параметрического пространства моделей описания их типовых запросов.

8.4. Методика моделирования априорно неопределённого соединения действий интеллектуальных информационных агентов

Необходимо определить динамические характеристики информационных интеллектуальных агентов, т.е. среднее время устранения неопределённости и риск, при преодолении априорной неопределённости относительно действующего состава сети. При этом описания функциональной спецификации соединения распараллеленных запланированных действий могут быть неизвестными.

Условия моделирования заключаются в следующем:

1. В соответствии с функциональными возможностями класса диаграмм деятельности унифицированного языка моделирования требуется разработать и построить расширенные объектно-ориентированные модели устранения неопределённости в нотации UML 2.0.

2. В отличие от известных результатов, раскрытых в известных публикациях, модели требуется представить в новой нотации, имеющей расширенный формат описания.

Содержание методики представляют следующие операции.

1. Рассматривается случай устранения неопределённости относительно состава инфраструктуры при априорно неопределённом механизме синхронизации I подпроцессов параллельного процесса. Диаграмма деятельности для указанного случая демонстрируется на рис. 8.4.1-а.

2. При принятии гипотезы о свободном объединении подпроцессов, соответствующих параллельным действиям интеллектуального агента, диаграмма деятельности отображается в виде, указанном на рис. 8.4.1-б.

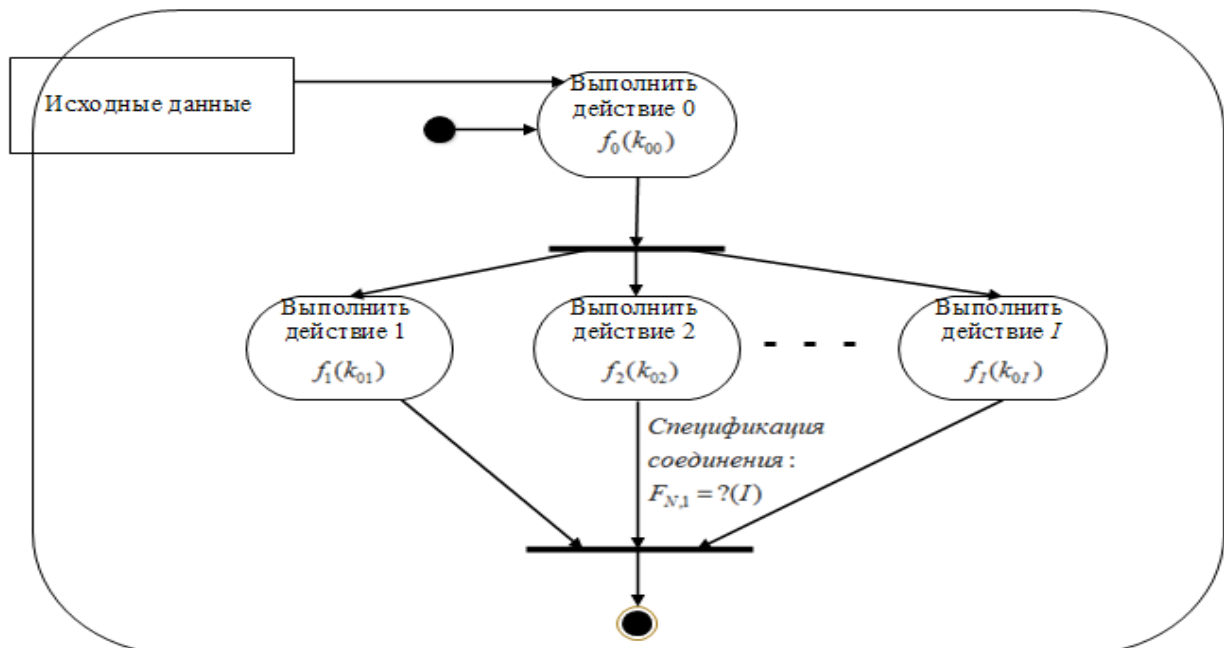


Рис. 8.4.1-а. Диаграмма деятельности по устранению неопределённости относительно состава инфраструктуры при априорно неопределённом механизме синхронизации распараллеленных действий

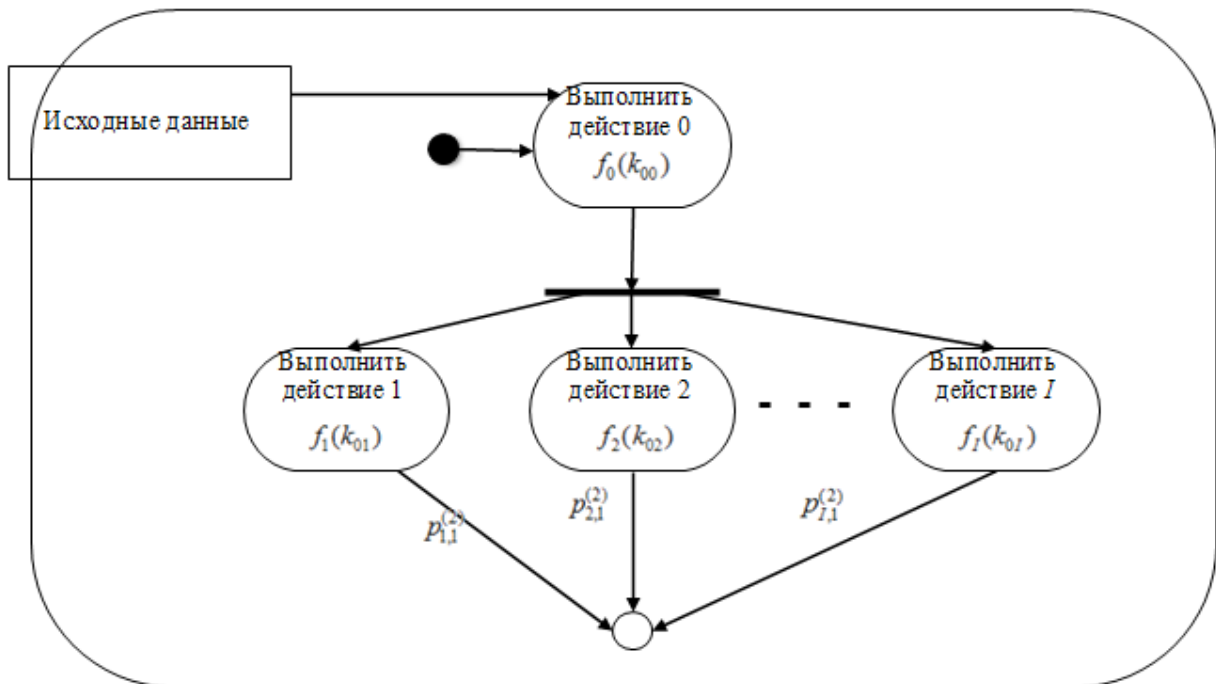


Рис. 8.4.1-б. Диаграмма деятельности по устранению неопределённости относительно состава инфраструктуры при принятии гипотезы о свободном объединении распараллеленных действий

Вследствие (8.3.1), (8.3.2) для модели, представленной на Рис. 8.4.1-б, справедливы следующие условия:

$$\mathbf{p}^{(2)} = \left\| \begin{array}{c} p_{1,1}^{(2)} \\ p_{2,1}^{(2)} \\ \dots \\ p_{I,1}^{(2)} \end{array} \right\|; \sum_i p_{i,1}^{(2)} = 1; \sum_{k_{0i}} f_i(k_{0i}) = 1; k_{0i} = 1, \dots, K_{\max}^{(i)}; i = 1, \dots, I.$$

(8.4.1)

3. Плотность распределения вероятностей времени устранения неопределенности $f_{\gamma}(k_{\gamma})$ определяется нижеуказанным соотношением:

$$f_{\gamma}(k_{\gamma}) = p_{1,1}^{(2)} f_1(k_{01} = k_{\gamma}) + p_{2,1}^{(2)} f_2(k_{02} = k_{\gamma}) + \dots + p_{I,1}^{(2)} f_I(k_{0I} = k_{\gamma}); \quad (8.4.2)$$

$$k_{\gamma} = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\}. \quad (8.4.3)$$

4. На основе соотношений (8.4.2), (8.4.3) представляются динамические характеристики: среднее время устранения неопределённости и риск неустранения неопределённости.

Среднее время устранения неопределённости при априорно неопределённом механизме синхронизации I подпроцессов параллельного процесса с неизвестной функцией их объединения:

$$E\{k_{\gamma}\} = \sum_{k_{\gamma}} k_{\gamma} f_{\gamma}(k_{\gamma}) \quad (8.4.4)$$

Риск неустранения неопределённости $(1 - P(k_{\gamma} \leq N_{\max}))$ за N_{\max} единиц дискретного времени определяется соотношением:

$$(1 - P(k_{\gamma} \leq N_{\max})) = \sum_{k_{\gamma} > N_{\max}} f_{\gamma}(k_{\gamma}). \quad (8.4.5)$$

Научная новизна методики на момент её создания заключается в том, что впервые определены динамические характеристики априорно неопределённого соединения действий интеллектуальных информационных агентов.

8.5. Методика объектно-ориентированного анализа преодоления априорной неопределённости относительно описания гетерогенной сети

Условия анализа представляются ниже.

1. Анализ требуется выполнить на основе новых разработанных расширенных объектно-ориентированных моделей спланированной деятельности интеллектуальных информационных программных агентов по преодолению априорной неопределённости относительно описания сети.

2. Расширенные объектно-ориентированные модели выполнения типовых запросов при неизвестных описаниях функциональных спецификаций механизмов синхронизации распараллеленных действий интеллектуальных агентов представляются в виде диаграмм деятельности.

3. Считаются известными распределения вероятностей длительностей времени успешного $f_s(k_s)$ и неуспешного $f_f(k_f)$ выполнения запроса к отдельному информационному источнику, удовлетворяющие следующим условиям:

$$\sum_{k_s} f_s(k_s) = 1; k_s = 1, 2, \dots, K_{\max}^s; \quad (8.5.1)$$

$$\sum_{k_f} f_f(k_f) = 1; k_f = 1, 2, \dots, K_{\max}^f. \quad (8.5.2)$$

Содержание методики представляют следующие операции.

1. Объектно-ориентированная модель выполнения запроса к отдельному информационному источнику, соответствующая рассмотренному описанию, представляется диаграммой деятельности, изображённой на Рис. 8.5.1:

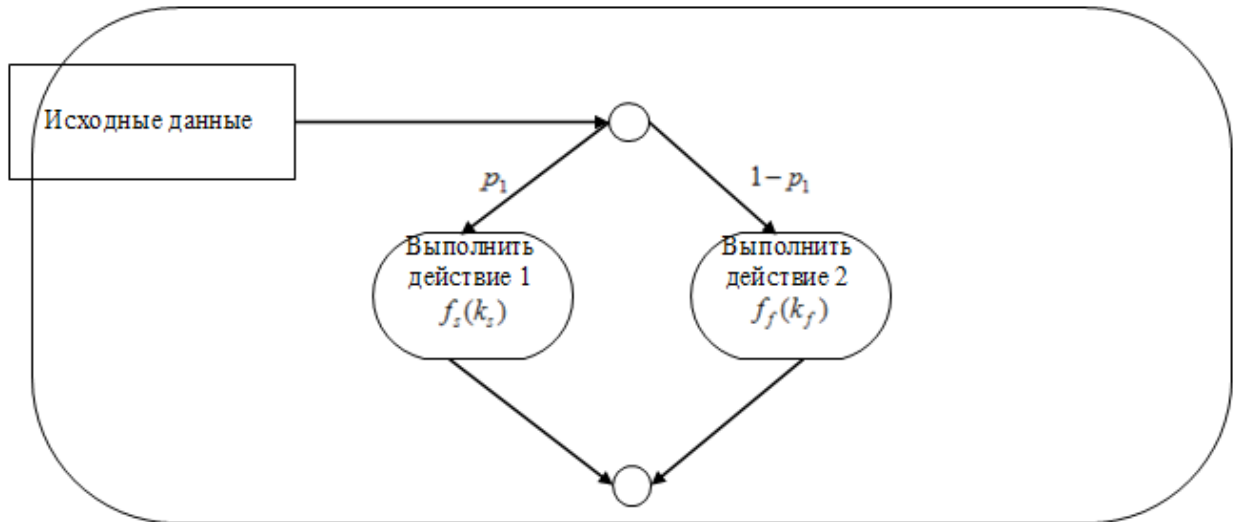


Рис.8.5.1. Диаграмма деятельности интеллектуального агента при выполнении запроса к информационному источнику

2. Смоделированный процесс является последовательным и характеризуется распределением вероятностей времени устранения неопределенности $f(k_0)$:

$$f(k_0) = pf_s(k_s = k_0) + (1-p)f_f(k_f = k_0); \quad (8.5.3)$$

$$\sum_{k_0} f(k_0) = 1; k_0 = \min(k_s, k_f), \dots, \max(k_s, k_f). \quad (8.5.4)$$

3. Для типовых запросов выделяются типовые случаи устранения неопределенности относительно описания инфраструктуры:

- при априорно неопределённом механизме синхронизации подпроцессов параллельного процесса опроса двух реплицированных информационных источников;
- при априорно неопределённом механизме синхронизации подпроцессов параллельного процесса опроса I реплицированных информационных источников;

- при априорно неопределённом механизме синхронизации двух подпроцессов параллельного процесса опроса двух нереплицированных информационных источников;
- при априорно неопределённом механизме синхронизации подпроцессов параллельного процесса опроса I нереплицированных информационных источников.

4. В параметрическое пространство моделей помимо плотностей распределений дискретных времен

$f_1^S(k_{01}^S), f_2^S(k_{02}^S), f_I^S(k_{0I}^S), f_1^f(k_{01}^f), f_2^f(k_{02}^f), f_I^f(k_I^f)$ вводятся:

- P_1, P_2, P_I – вероятности успешного выполнения элементарного запроса к первому, второму, ... I -ому информационному источнику соответственно;
- $P_{1,1}^{(2)}, P_{2,1}^{(2)}, P_{I,1}^{(2)}$ – вероятности, представляющие события свободного объединения параллельных действий интеллектуального агента.

5. Анализируется случай устранения неопределённости при параллельном опросе двух реплицированных информационных источников. С учетом формального описания процесса выполнения запроса к одному информационному источнику модель устранения неопределенности примет вид, представленный на Рис. 8.5.2-а.

После выше описанного преобразования модель устранения неопределенности примет вид, представленный на Рис. 8.5.2-б.

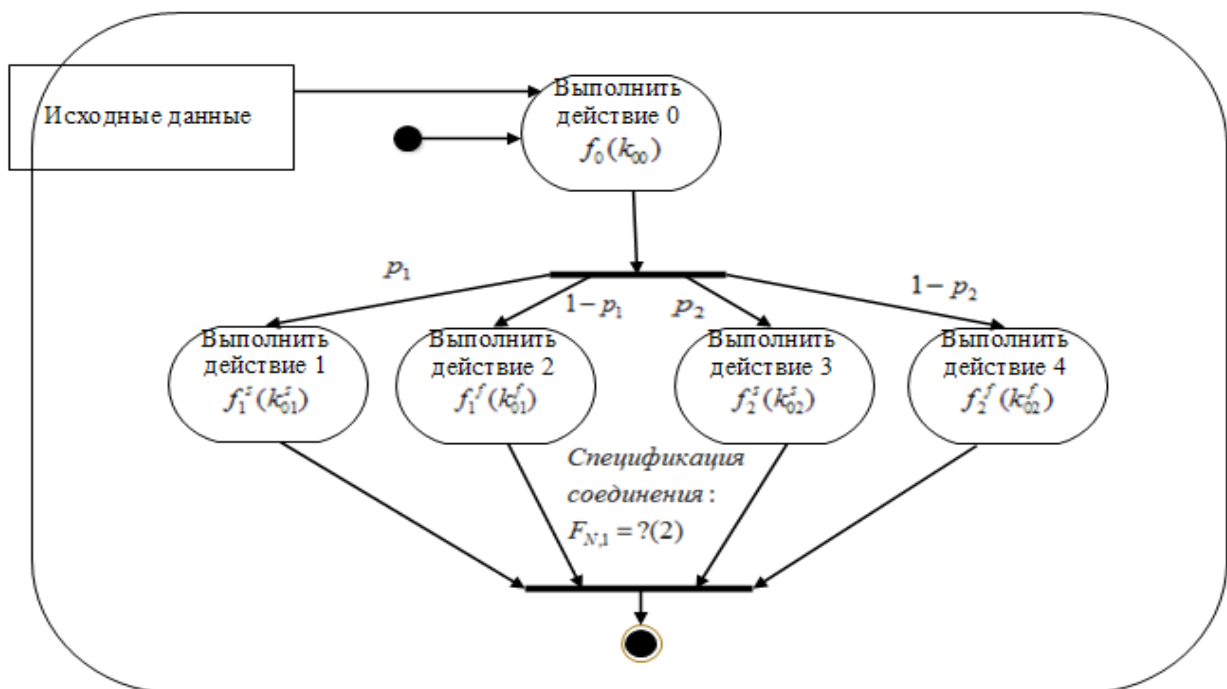


Рис. 8.5.2-а. Диаграмма деятельности интеллектуального агента по устранению неопределённости относительно состава инфраструктуры при параллельном опросе

двух реплицированных информационных источников при априорно неопределённом механизме синхронизации

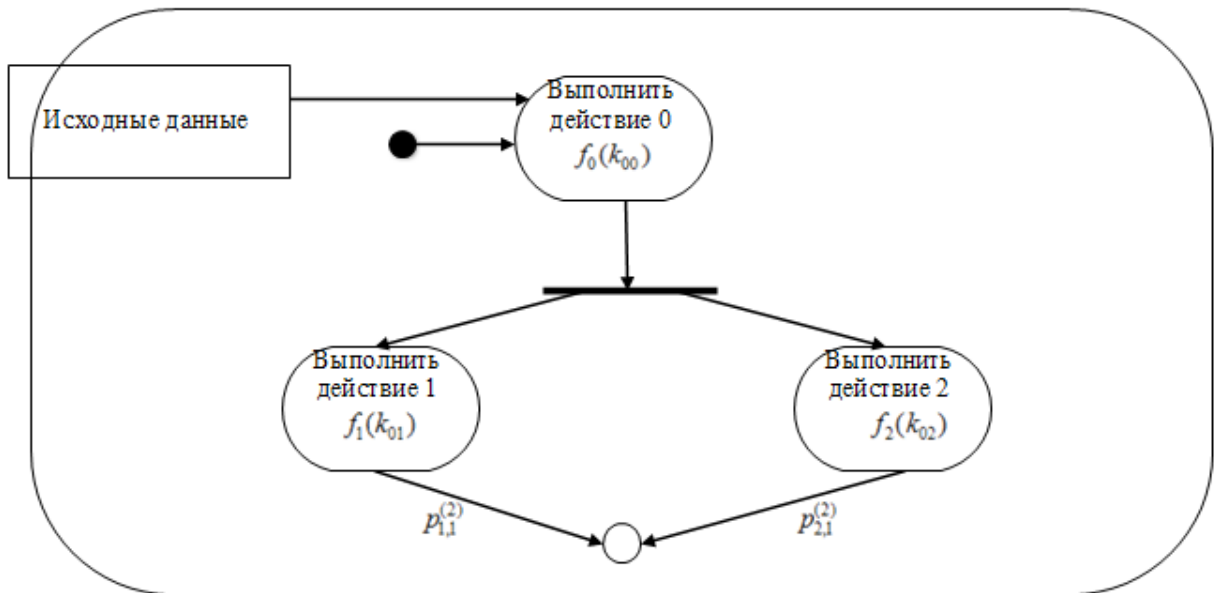


Рис. 8.5.2.-б. Диаграмма деятельности интеллектуального агента по устранению неопределённости относительно состава инфраструктуры при параллельном опросе двух реплицированных информационных источников при принятии гипотезы о свободном объединении подпроцессов

Для построенной модели справедливы следующие условия:

$$\mathbf{p}^{(2)} = \begin{Bmatrix} p_{1,1}^{(2)} \\ p_{2,1}^{(2)} \end{Bmatrix}; \sum_i p_{i,1}^{(2)} = 1; \sum_{k_{0i}} f_i(k_{0i}) = 1; ; k_{0i} = 1, \dots, K_{\max}^{(i)}; i = 1, 2. \quad (8.5.5)$$

Матрица инцидентий представляет связность узловых вершин вырожденного графа сетевой модели:

$$C = \begin{Bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{Bmatrix}. \quad (8.5.6)$$

Пусть

$$f_0(k_0 = 0) = 1. \quad (8.5.7)$$

Определим плотность распределения вероятностей времени устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры $f_i(k_i)$:

$$f_i(k_{0i}) = p_i f_i^S(k_{0i}^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_{0i}^f = k_{0i}); \quad (8.5.8)$$

$$f_i(k_i) = p_{1,i}^{(2)} f_1(k_{01} = k_i) + p_{2,i}^{(2)} f_2(k_{02} = k_i); \quad (8.5.9)$$

$$k_i = \min\{\min(k_{01}), \min(k_{02})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \max(k_{02})\}; \quad i = 1, 2. \quad (8.5.10)$$

6. По индукции анализируется случай устранения неопределённости параллельного опроса I реплицированных информационных источников. Объектно-ориентированная модель, соответствующая такому опросу, приводится на Рис. 8.5.3:

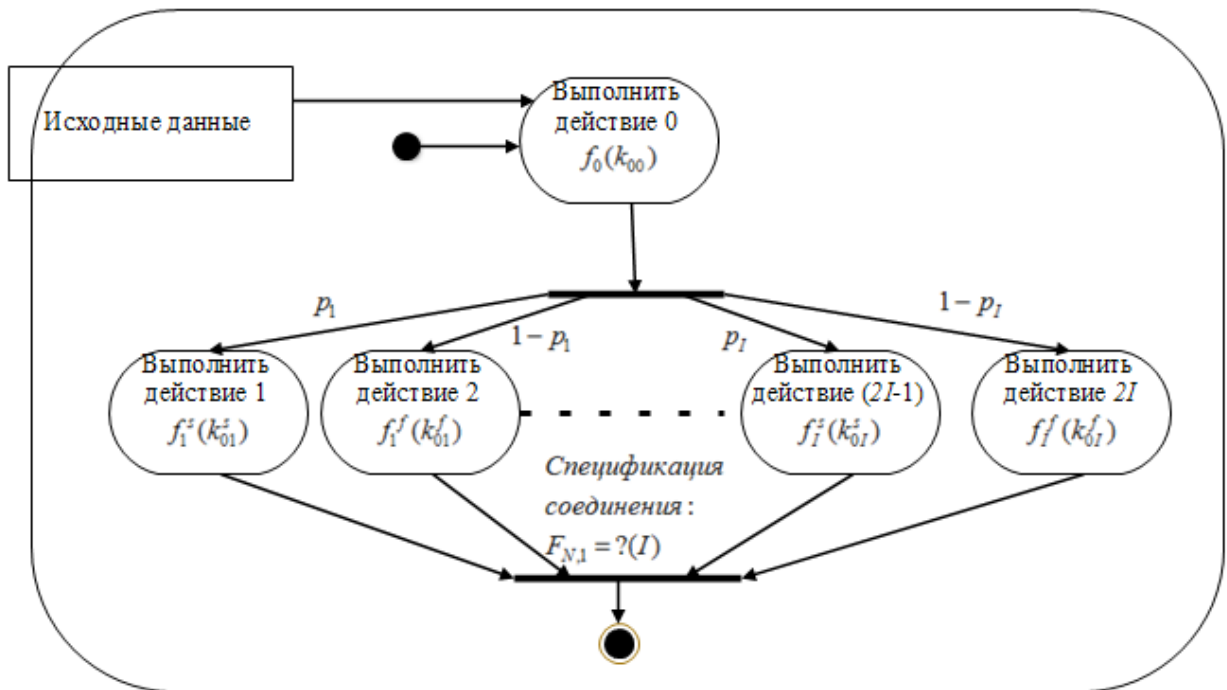


Рис. 8.5.3-а. Диаграмма деятельности интеллектуального агента по устранению неопределённости относительно описания сети при параллельном опросе I реплицированных информационных источников при априорно неопределённом механизме синхронизации

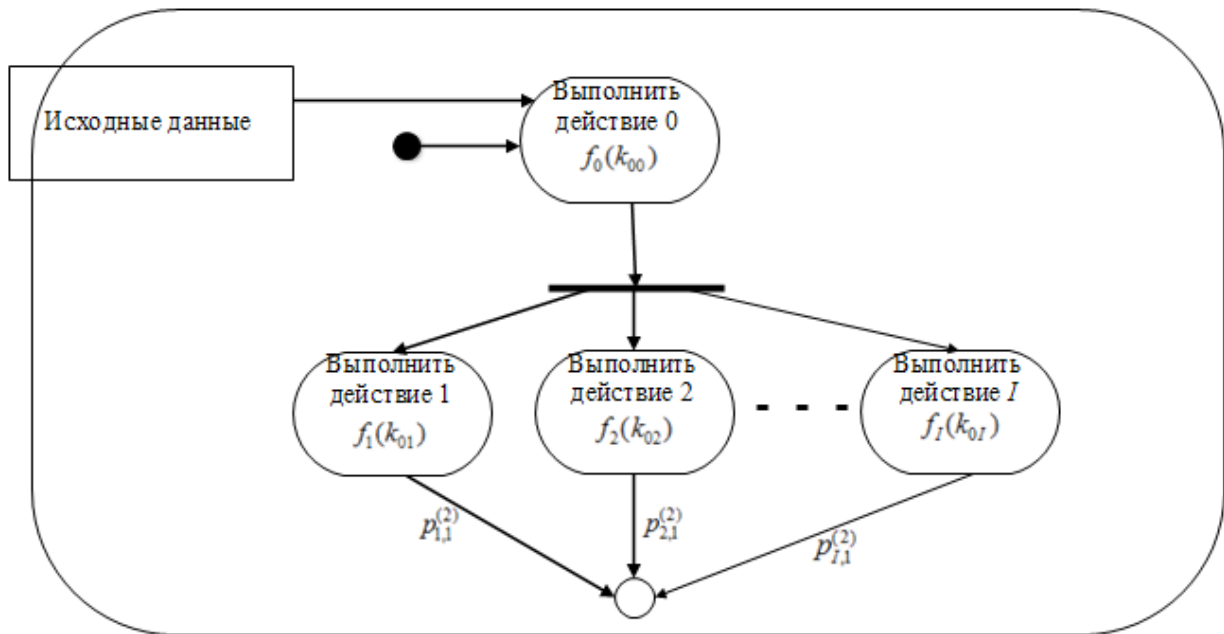


Рис. 8.5.3-б. Диаграмма деятельности интеллектуального агента по устранению неопределённости при параллельном опросе I реплицированных информационных источников при принятии гипотезы о свободном объединении подпроцессов

Для построенной модели справедливы следующие условия:

$$\mathbf{p}^{(2)} = \left\| \begin{array}{c} p_{1,1}^{(2)} \\ p_{2,1}^{(2)} \\ \dots \\ p_{I,1}^{(2)} \end{array} \right\|; \sum_i p_{i,1}^{(2)} = 1; \sum_{k_{0i}} f_i(k_{0i}) = 1; k_{0i} = 1, \dots, K_{\max}^{(i)}; i = 1, \dots, I.$$

(8.5.11)

Матрица инцидентий представляет связность узловых вершин вырожденного графа сетевой модели:

$$C = \left\| \begin{array}{cc} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{array} \right\|. \quad (8.5.12)$$

Пусть $f_0(k_0 = 0) = 1$.

В случае устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры при параллельном опросе I реплицированных информационных источников при априорно неопределенном механизме синхронизации плотности $f_i(k_{0i})$, $i=1,2,\dots,I$ находятся по формуле (8.5.8), а плотность $f_1(k_1)$ определяется соотношением (8.5.13):

$$f_?(k_?) = p_{1,1}^{(2)} f_1(k_{01} = k_?) + p_{2,1}^{(2)} f_2(k_{02} = k_?) + \dots + p_{I,1}^{(2)} f_I(k_{0I} = k_?); \quad (8.5.13)$$

$$k_? = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\}. \quad (8.5.14)$$

7. Анализируется случай устранения неопределённости относительно описания сети при параллельном опросе двух нереплицированных информационных источников. Расширенная объектно-ориентированная модель устранения неопределенности относительно описания сети, соответствующая рассматриваемому случаю, представляется на Рис. 8.5.4 (Рис. 8.5.4-а при априорно неопределенном механизме синхронизации; Рис. 8.5.4-б при принятии гипотезы о свободном объединении параллельных подпроцессов).

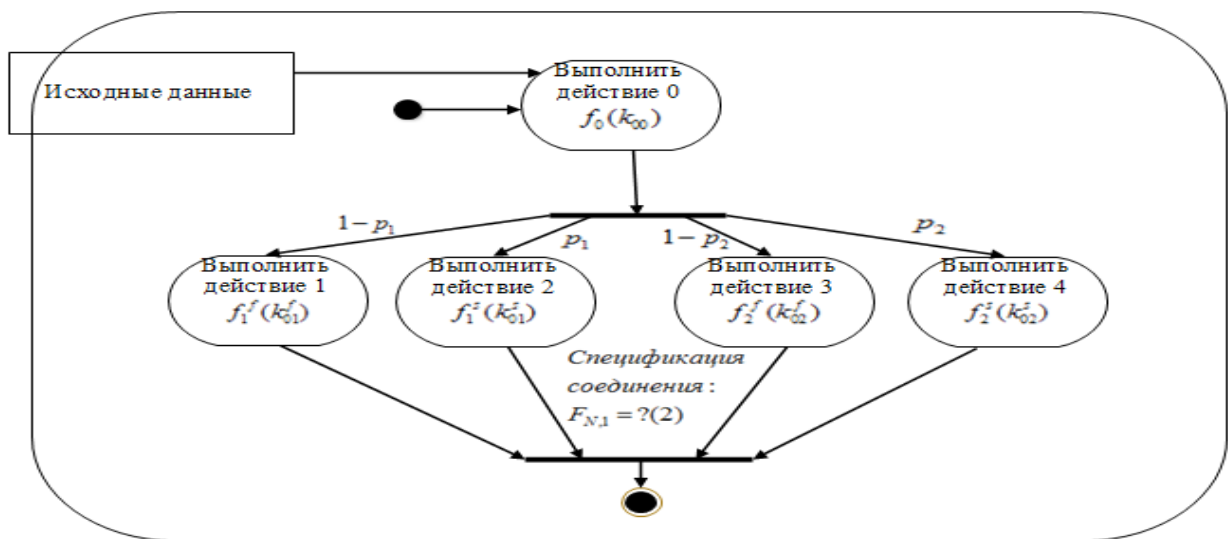


Рис. 8.5.4-а. Диаграмма деятельности по устранению неопределённости относительно состава инфраструктуры при параллельном опросе двух нереплицированных информационных источников при априорно неопределённом механизме синхронизации

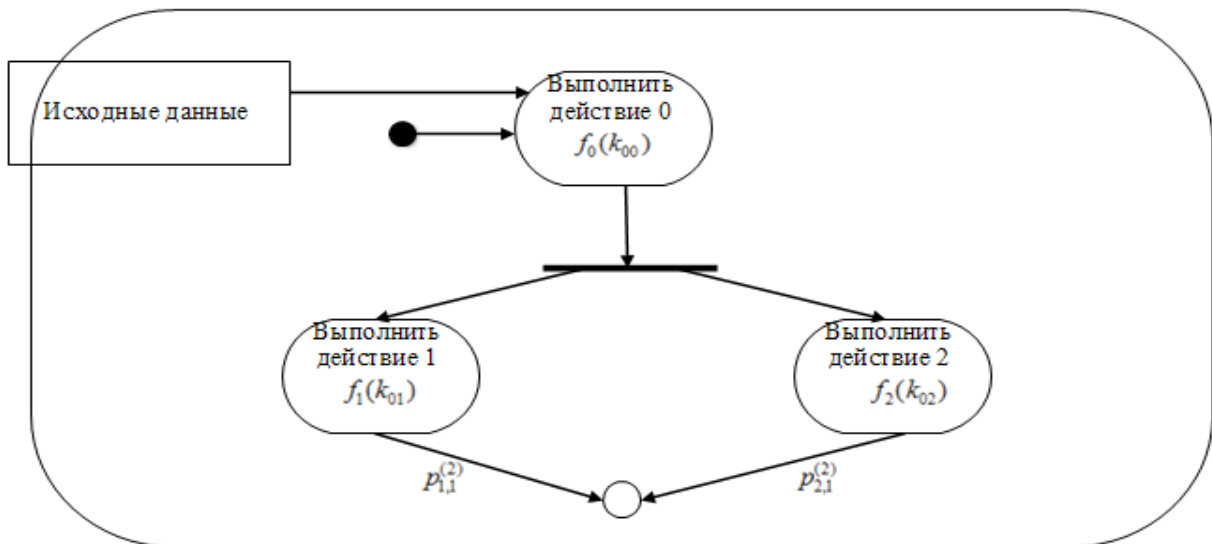


Рис. 8.5.4-б. Диаграмма деятельности по устранению неопределённости при параллельном опросе двух нереплицированных информационных источников при принятии гипотезы о свободном объединении параллельных подпроцессов

Для построенной модели справедливы условия (8.5.5), (8.5.6), (8.5.7).

Определим плотность распределения вероятностей времени устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры $f_{\gamma}(k_{\gamma})$:

$$f_i(k_{0i}) = (1 - p_i) f_i^f(k_{0i}^f = k_{0i}) + p_i f_i^s(k_{0i}^s = k_{0i}); \quad (8.5.15)$$

$$f_{\gamma}(k_{\gamma}) = p_{1,1}^{(2)} f_1(k_{01} = k_{\gamma}) + p_{2,1}^{(2)} f_2(k_{02} = k_{\gamma}); \quad (8.5.16)$$

$$k_{\gamma} = \min\{\min(k_{01}), \min(k_{02})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \max(k_{02})\}; \quad i = 1, 2. \quad (8.5.17)$$

8. По индукции анализируется случай устранения неопределённости при параллельном опросе I нереплицированных информационных источников. Расширенная объектно-ориентированная модель, соответствующая такому опросу, приводится на Рис. 8.5.5.

Для построенной модели справедливы условия (8.5.10), (8.5.12).

Пусть $f_0(k_0 = 0) = 1$.

В случае устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры при параллельном опросе I нереплицированных информационных источников при априорно неопределенном механизме синхронизации плотности $f_i(k_{0i})$, $i=1, 2, \dots, I$ находятся по формуле (8.5.8), а плотность $f_{\gamma}(k_{\gamma})$ определяется соотношением (8.5.18):

$$f_?(k_?) = p_{1,1}^{(2)} f_1(k_{01} = k_?) + p_{2,1}^{(2)} f_2(k_{02} = k_?) + \dots + p_{I,1}^{(2)} f_I(k_{0I} = k_?); \quad (8.5.18)$$

$$k_? = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\}. \quad (8.5.19)$$

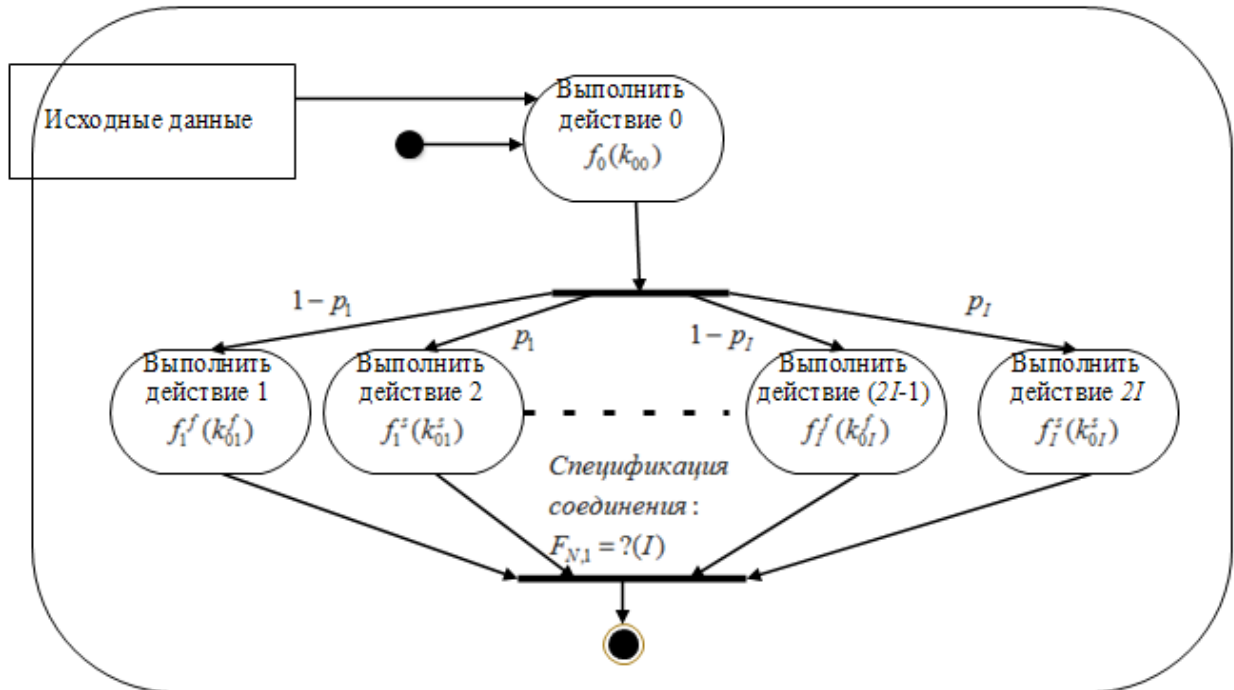


Рис. 8.5.5-а. Диаграмма деятельности по устранению неопределённости относительно состава инфраструктуры при параллельном опросе I нереплицированных информационных источников при априорно неопределённом механизме синхронизации параллельных действий

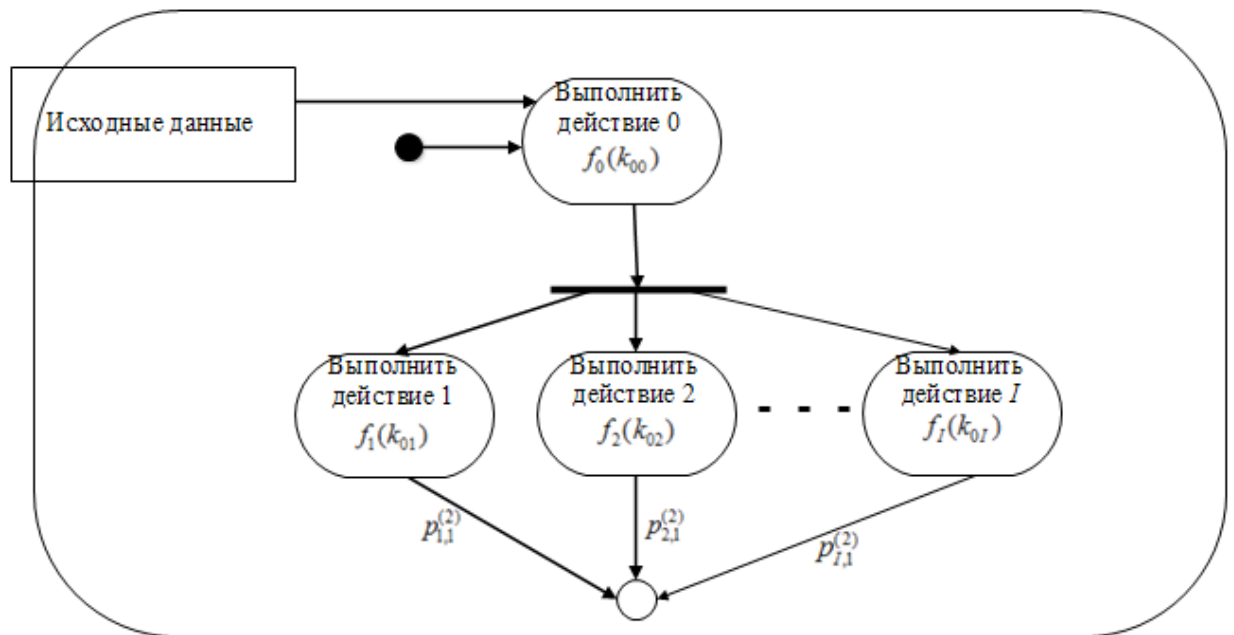


Рис. 8.5.5-б. Диаграмма деятельности по устранению неопределённости при параллельном опросе I нереплицированных информационных источников при принятии гипотезы о свободном объединении параллельных подпроцессов

9. На основе анализа (8.5.5) – (8.5.14) определяется среднее время устранения неопределенности при параллельном опросе двух (или I) реплицированных информационных источников при априорно неопределённом МС с неизвестной функцией их объединения:

$$MO[k_?] = \sum_{k_?} k_? f_?(k_?). \quad (8.5.20)$$

10. Для реплицированных информационных источников риск неустранения неопределенности $(1 - P(k_? \leq N_{\max}))$ за N_{\max} единиц дискретного времени определяется соотношением:

$$(1 - P(k_? \leq N_{\max})) = \sum_{k_? > N_{\max}} f_?(k_?). \quad (8.5.21)$$

11. Среднее время устранения неопределенности при параллельном опросе двух (или I) нереплицированных информационных источников при априорно неопределённом механизме синхронизации находится в соответствии с (8.5.15) – (8.5.20).

12. Для нереплицированных информационных источников риск неустранения неопределенности $(1 - P(k_? \leq N_{\max}))$ за N_{\max} единиц дискретного времени определяется соотношениями (8.5.15) – (8.5.19), (8.5.21).

8.6. Расширенный состав формализаций методики

Расширенный состав формализаций для определения динамических характеристик интеллектуальных агентов, заполняется зависимостями, приведенными в табл. 8.1, где:

- $f_{\text{репл_пар}}(k_-)$ – плотность распределения вероятностей времени устранения неопределенности при параллельном опросе реплицированных источников информации;
- $f_{\text{нерепл_пар}}(k_-)$ – плотность распределения вероятностей времени устранения неопределенности при параллельном опросе нереплицированных источников информации;
- $f_{\text{репл}}(k_-)$ и $f_{\text{нерепл}}(k_-)$ – плотности распределения вероятностей времени устранения неопределенности при последовательном опросе

реплицированных и нереплицированных источников информации соответственно.

В расширенный состав введены и определения динамических характеристик, присущие параллельным схемам с известными функциональными спецификациями соединений параллельных действий и последовательным схемам выполнения действий, которые выведены ранее.

Динамические характеристики устранения неопределенности

Устранение неопределенности при неизвестном описании механизма синхронизации параллельных действий интеллектуальных агентов
Устранение неопределенности при неизвестном описании механизма синхронизации параллельных действий интеллектуальных агентов
$f_i(k_{0i}) = p_i f_i^S(k_{0i}^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_{0i}^f = k_{0i});$ $f_?(k_?) = p_{1,1}^{(2)} f_1(k_{01} = k_?) + p_{2,1}^{(2)} f_2(k_{02} = k_?) + \dots + p_{I,1}^{(2)} f_I(k_{0I} = k_?);$ $k_? = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\};$ $\mathbf{p}^{(2)} = \begin{pmatrix} p_{1,1}^{(2)} \\ p_{2,1}^{(2)} \\ \dots \\ p_{I,1}^{(2)} \end{pmatrix}; \quad \sum_i p_{i,1}^{(2)} = 1; \quad i = 1, \dots, I.$
Устранение неопределенности при параллельном опросе реплицированных источников информации
$f_i(k_{0i}) = p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i});$ $f_{пенл_нар}(k_-) = f_1(k_{01} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{02} \leq k_-} f_2(k_{02})\right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I})\right) +$ $+ f_2(k_{02} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01})\right) \left(1 - \sum_{k_{03} \leq k_-} f_3(k_{03})\right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I})\right) + \dots +$ $+ f_I(k_{0I} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01})\right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0(I-1)} < k_-} f_{(I-1)}(k_{0(I-1)})\right);$ $k_- = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \min\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\};$ $i = 1, \dots, I.$

Устранение неопределенности при параллельном опросе нереплицированных источников информации
$f_i(k_{0i}) = p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i});$ $f_{\text{нерепл_нар}}(k_-) = f_1(k_{01} = k_-) \sum_{k_{02} \leq k_-} f_2(k_{02}) \dots \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) +$ $+ f_2(k_{02} = k_-) \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \sum_{k_{03} \leq k_-} f_3(k_{03}) \dots \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) + \dots +$ $+ f_I(k_{0I} = k_-) \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \sum_{k_{02} < k_-} f_2(k_{02}) \dots \sum_{k_{0(I-1)} < k_-} f_{(I-1)}(k_{0(I-1)});$ $k_- = \max\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\};$ $i = 1, \dots, I.$
Устранение неопределенности при последовательном опросе реплицированных источников информации
$f_i(k_{0i}) = p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i});$ $k_{0i} = \min(k_i^S, k_i^f), \dots, \max(k_i^S, k_i^f);$ $f_{12..i}(k_{012..i}) = \sum_{k_{012..(i-1)}} f_{12..(i-1)}(k_{012..(i-1)}) f_i(k_{012..i} - k_{012..(i-1)});$ $k_{012..i} = \min(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}), \dots, \max(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i});$ $\Pi'_i = (1 - P(k_{01} \leq N_{\max})) (1 - P(k_{012} \leq N_{\max})) \times \dots \times (1 - P(k_{01..i} \leq N_{\max}));$ $f_{\text{репл}}(k_-) = P(k_{01} \leq N_{\max}) f_1(k_{01} = k_-) + \Pi'_1 P(k_{012} \leq N_{\max}) f_{12}(k_{012} = k_-) +$ $+ \dots +$ $+ \Pi'_{I-2} P(k_{012..(I-1)} \leq N_{\max}) f_{12..(I-1)}(k_{012..(I-1)} = k_-) + \Pi'_{I-1} f_{12..I}(k_{012..I} = k_-);$ $k_- = \min(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}), \dots, \max(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I});$ $i = 1, \dots, I.$

Устранение неопределенности при последовательном опросе нереплицированных источников информации
$f_i(k_{0i}) = p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i});$ $k_{0i} = \min(k_i^S, k_i^f), \dots, \max(k_i^S, k_i^f);$ $f_{12..i}(k_{012..i}) = \sum_{k_{012..(i-1)}} f_{12..(i-1)}(k_{012..(i-1)}) f_i(k_{012..i} - k_{012..(i-1)});$ $k_{012..i} = \min(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}), \dots, \max(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i});$ $\Pi_i' = P(k_{01} \leq N_{\max}) P(k_{012} \leq N_{\max}) \times \dots \times P(k_{01..i} \leq N_{\max});$ $f_{\text{нерепл}}(k_-) = (1 - P(k_{01} \leq N_{\max})) f_1(k_{01} = k_-) +$ $+ \Pi_1' (1 - P(k_{012} \leq N_{\max})) f_{12}(k_{012} = k_-) + \dots +$ $+ \Pi_{I-2}' (1 - P(k_{012..(I-1)} \leq N_{\max})) f_{12..(I-1)}(k_{012..(I-1)} = k_-) + \Pi_{I-1}' f_{12..I}(k_{012..I} = k_-);$ $k_- = \min(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}), \dots, \max(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I});$ $i = 1, \dots, I.$

Математическое обеспечение методики предназначается для:

- анализа поведения динамических характеристик устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры в зависимости от её масштабов, планов действий и функциональных спецификаций механизмов синхронизации параллельных действий интеллектуальных программных агентов, размеров её распределенности, характеристик информационных ресурсов;
- выяснения возможных границ изменения динамических характеристик устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры при использовании интеллектуальных информационных программных агентов-прототипов с неизвестными описаниями механизмов синхронизации их параллельных действий в сетях различной масштабности;
- обоснования требований к архитектуре интеллектуальных информационных программных агентов при установленных требованиях к риску неустранения априорной неопределенности относительно состава инфраструктуры фиксированной масштабности.

Новизна методики на момент её разработки заключается:

- в определении системы объектно-ориентированных моделей деятельности информационных программных агентов интеллектуального мониторинга;

– в расширении формализаций для определения динамических характеристик устранения неопределенности относительно состава инфраструктуры за счет учета механизмов синхронизации параллельных действий интеллектуальных информационных программных агентов с неизвестными функциональными спецификациями.

9. Разработка инструментального программного обеспечения для исследования интеллектуальных информационных программных агентов

9.1. Актуальность разработки инструментального программного обеспечения

Одно из перспективных направлений развития информационных инфраструктур базируется на интеллектуализации функциональных процессов, ориентированных на повышение эффективности выполнения профессиональной деятельности в их средах. Среди различных вариантов интеллектуализации функциональных процессов в информационных инфраструктурах выделяются технические решения, основанные на разработке и применении интеллектуальных информационных агентов. Подобные технические решения отличаются от иных путей интеллектуализации наиболее широким диапазоном вариаций функциональных спецификаций выполняемых действий в информационных инфраструктурах. Интеллектуальные информационные агенты представляются в образе вычислительного интеллекта информационных инфраструктур.

В процессе анализа известных достижений в сфере проектирования и применения интеллектуальных информационных агентов выявляется объективная необходимость развития системно-аналитического ядра жизненного цикла в части обеспечения гарантий их качества функционирования. Представленные выше методики являются новыми базовыми формализациями для подобного развития. В соответствии с этим последующий этап развития основывается на разработке соответствующего инструментального программного обеспечения.

9.2. Разработка инструментального программного обеспечения для исследования интеллектуальных информационных программных агентов при вариациях в механизмах синхронизации выполняемых действий

Разработка начинается с формирования функциональных требований к программному комплексу для исследования интеллектуальных информационных агентов (ИИА), целью которых является предоставление

пользователям и другим программным системам унифицированного доступа к разнородным информационным источникам. Разрабатываемый программный комплекс должен удовлетворять следующим требованиям:

- Планирование действий по сбору информации на основе описания информационных ресурсов и параметров запроса. При планировании следует принимать во внимание ограничения по времени, возможность распараллеливания действий, стохастический характер среды;
- Выбор плана, удовлетворяющего заданным временным ограничениям по времени преодоления априорной неопределённости (анализ рисков), а также по времени достижения целей (анализ производительности);
- Накопление библиотеки готовых решений во избежание повторных вычислений;
- Обеспечение накопления актуальной статистики по времени выполняемых запросов для каждого информационного источника;
- Гибкость модели среды, позволяющей подключать к ИИА разнородные информационные источники;
- Возможность миграции ИИА на различные аппаратно-программные платформы с минимальными затратами;
- Возможность использования стандартных средств для обеспечения надёжности, информационной безопасности, живучести комплекса в целом;
- Оценивание показателей качества функционирования ИИА в условиях преодоления априорной неопределённости относительно инфраструктуры сети при различных механизмах синхронизации выполняемых действий;
- Оценивание показателей качества функционирования ИИА в условиях достижения целей при различных механизмах синхронизации выполняемых действий.

На основе представленных выше требований разработан программный продукт IntelAgent, реализованный на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 2010 на платформе .NET Framework версии 3.5 [67, 72].

Программный продукт создан на основе программирования разработанного и представленного в методиках системно-аналитического ядра жизненного цикла ИИА в результате анализа построенных расширенных объектно-ориентированных моделей в нотации UML 2.0.

Разработанный программный продукт поддерживает четыре формы (рис. 9.1 – 9.4):

1. Форма «Шаг №1» предназначена для заполнения параметрического пространства моделей типовых запросов;

2. Форма «Шаг №2» предназначена для определения вероятностей удачных переходов и плотностей распределения вероятностей для каждого источника;
3. Форма «Шаг №3» предназначена для выбора методов устранения априорной неопределённости;
4. Форма «Шаг №4» предназначена для вывода конечных результатов вероятности устранения априорной неопределённости, среднего времени устранения априорной неопределённости и плотностей распределения вероятностей, которые позволяют проследить зависимости качества функционирования интеллектуальных информационных программных агентов от параметров механизмов синхронизации выполняемых действий.

Описание программного продукта IntelAgent:

1. На первом шаге программы производится заполнение параметрического пространства моделей типовых запросов:
 - Поле «Введите количество ресурсов сети» используется для ввода количества информационных ресурсов. Информационные ресурсы сети описываются априорно неопределённым вектором \mathbf{R} ($1 \times I$), каждый элемент которого r_i может принимать одно из двух дискретных значений 1,0, причем $r_i = 1$, если i -ый информационный ресурс активен; $r_i = 0$ – в противном случае;
 - Поле «Временное ограничение» используется для ввода временного ограничения N_{\max} ;
 - После нажатия на кнопку «ОК» автоматически заполняются вероятности новых переходов, если используется гипотеза о равновероятных событиях:
$$p_{i,j}^{(l)} = \frac{1}{m}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Вероятности новых переходов можно указывать вручную, если известно, что с вероятностью близкой к единице какой-либо i -ый подпроцесс заканчивается позже других подпроцессов:

$$p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)} = 1; \quad p_{k,1}^{(l)} = p_{k,2}^{(l)} = \dots = p_{k,n}^{(l)} = 0; \quad k = 1, 2, \dots, m; \quad k \neq i.$$

Заполнение параметрического пространства моделей типовых запросов обеспечивает возможность применения метода свёртки для определения динамических характеристик.

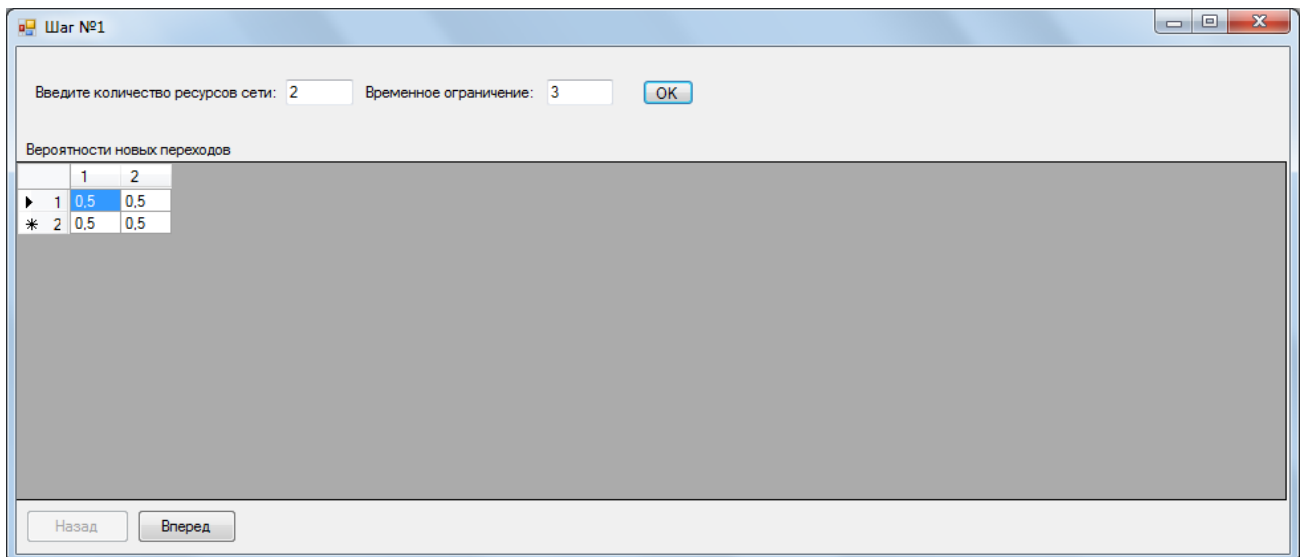


Рис. 9.1. Заполнение параметрического пространства моделей типовых запросов

2. После нажатия на кнопку «Вперёд» происходит переход на следующую форму – второй шаг программы, в которой определяются поля:
 - Поле «Вероятности удачного перехода для каждого источника» используется для ввода p_i для каждого i -ого информационного ресурса;
 - Каждое действие ИИА выражается в генерации и отправке запроса к информационному ресурсу сети, приёме и обработке получаемого ответа. Таким образом, поле «Распределения вероятностей для каждого источника» используется для ввода квантов времени k , плотностей распределения вероятностей дискретного времени успешного выполнения запроса $f_i^s(k_{0i}^s)$, $k_{0i}^s = 1, 2, \dots, K_i^s$; плотностей распределения вероятностей дискретного времени неуспешного выполнения запроса $f_i^f(k_{0i}^f)$, $k_{0i}^f = 1, 2, \dots, K_i^f$, $i = 1, 2, \dots, I$.

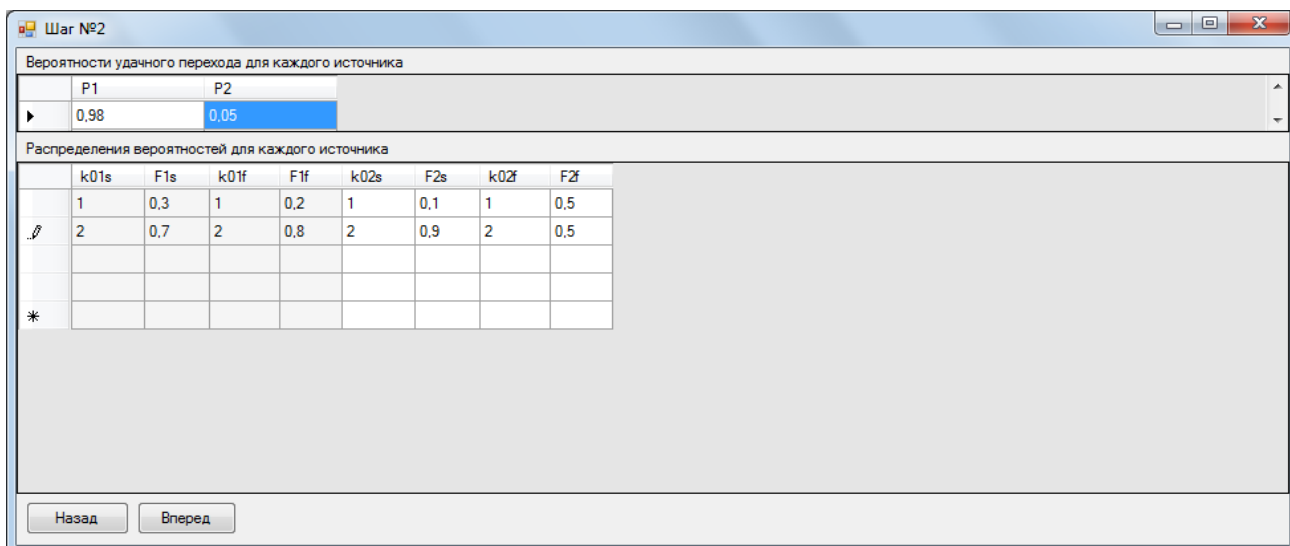


Рис. 9.2. Настройка функционирования ИИА

- После нажатия на кнопку “Вперёд” осуществляется переход на следующую форму – третий шаг программы, в которой выбираются методы устранения неопределённости, представленные и описанные в методике:

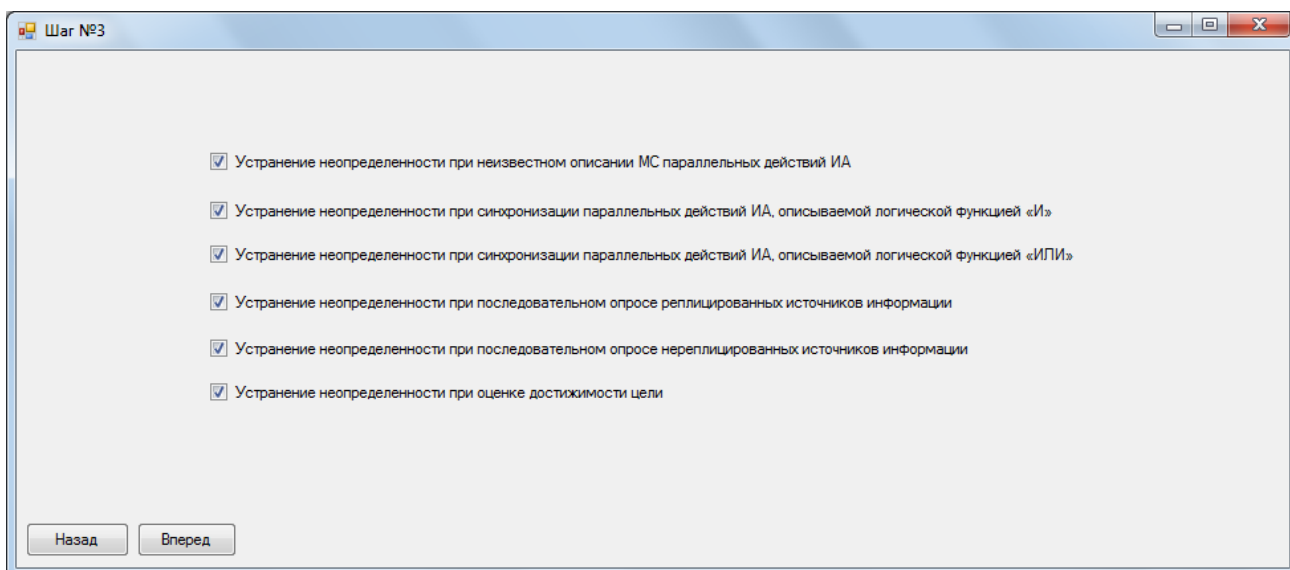


Рис. 9.3. Выбор метода преодоления априорной неопределённости

- После нажатия на кнопку «Вперёд» осуществляется переход на четвёртый заключительный шаг программы. На форме программы представляются конечные данные по вероятности устранения априорной неопределённости $P(k \leq N_{\max})$, среднее время устранения априорной неопределённости $MO[k]$ и новые распределения плотностей вероятностей для каждого выбранного метода.

Конечные данные							
	Неопр.	И	Или	Послед. реплиц.	Послед. нереплиц.	Достиж. цели Fs	Достиж. цели Ff
▶ P(k<Nmax)	1	1	1	1	0,63496	0,515	0,485
* MO	1,611	1,85696	1,36504	1,702	3,2219999999999995	0,8805	0,7304999999999993

Распределения вероятностей														
	k	Неопр.	k	И	k	Или	k	Послед. реплиц.	k	Послед. нереплиц.	k	Достиж. цели Fs	k	Достиж. цели Ff
▶	1	0,389	1	0,14304	1	0,63496	1	0,298	1	0	1	0,1495	1	0,2395
	2	0,611	2	0,8569599999999994	2	0,36504	2	0,702	2	0,14304	2	0,3655	2	0,2455
							3	0	3	0,4919199999999997				
*							4	0	4	0,36504				

Рис. 9.4. Обзор результатов

Разработанный программный продукт позволяет произвести исследование зависимости качества функционирования интеллектуальных информационных агентов от параметров механизмов синхронизации выполняемых действий.

10. Проведение исследований в научно-образовательной среде

10.1. Подтверждение корректности функционирования инструментального программного обеспечения

Подтверждение корректности функционирования разработанного инструментального программного обеспечения базируется на двухэтапном сравнительном анализе результатов его тестирования.

Тестирование программного обеспечения состоит из двух этапов:

На первом этапе проводится сопоставление результатов аналитического и инструментального оценивания для механизмов синхронизации:

- механизм синхронизации с неизвестной функцией синхронизации;
- механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «И»;
- механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «ИЛИ».
- механизм синхронизации последовательных действий ИИА, описываемый функцией «Исключающее ИЛИ»:
 - при опросе реплицированных информационных источников;

- при опросе нереплицированных информационных источников.

При этом анализируются показатели качества функционирования ИИА в условиях преодоления априорной неопределённости относительно инфраструктуры и достижения целей.

На втором этапе принимается гипотеза о том, что с вероятностью близкой к единице какой-либо i -ый подпроцесс заканчивается позже других подпроцессов. В этом случае вероятности перехода принимают следующие значения:

$$p_{i,1}^{(i)} = p_{i,2}^{(i)} = \dots = p_{i,n}^{(i)} = 1; p_{k,1}^{(i)} = p_{k,2}^{(i)} = \dots = p_{k,n}^{(i)} = 0; k = 1, 2, \dots, m; k \neq i.$$

Получение аналитических результатов осуществляется путём вычислений по формулам из методики.

В качестве инструментальных результатов используются оценки показателей качества функционирования ИИА, выдаваемые разработанным программным обеспечением. Аналитическое и инструментальное оценивание производится на одних и тех же наборах входных данных.

Представим первый этап тестирования.

На данном этапе для получения аналитических результатов используются формулы, выведенные и раскрытые в методике:

- Механизм синхронизации с неизвестной функцией синхронизации:

$$f_{\gamma}(k_{\gamma}) = p_{1,1}^{(2)} f_1(k_{01} = k_{\gamma}) + p_{2,1}^{(2)} f_2(k_{02} = k_{\gamma}) + \dots + p_{I,1}^{(2)} f_I(k_{0I} = k_{\gamma});$$

$$k_{\gamma} = \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\}.$$

- Механизм синхронизации параллельных действий ИА, описываемый логической функцией «И»:

$$f_{AND}(k_{-}) = f_1(k_{01} = k_{-}) \sum_{k_{02} \leq k_{-}} f_2(k_{02}) \dots \sum_{k_{0I} \leq k_{-}} f_I(k_{0I}) +$$

$$+ f_2(k_{02} = k_{-}) \sum_{k_{01} < k_{-}} f_1(k_{01}) \sum_{k_{03} \leq k_{-}} f_3(k_{03}) \dots \sum_{k_{0I} \leq k_{-}} f_I(k_{0I}) + \dots +$$

$$+ f_I(k_{0I} = k_{-}) \sum_{k_{01} < k_{-}} f_1(k_{01}) \sum_{k_{02} < k_{-}} f_2(k_{02}) \dots \sum_{k_{0(I-1)} < k_{-}} f_{(I-1)}(k_{0(I-1)});$$

$$k_{-} = \max\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \max\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\};$$

$$i = 1, \dots, I.$$

- Механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «ИЛИ»:

$$\begin{aligned}
f_{OR}(k_-) &= f_1(k_{01} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{02} \leq k_-} f_2(k_{02}) \right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) \right) + \\
&+ f_2(k_{02} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \right) \left(1 - \sum_{k_{03} \leq k_-} f_3(k_{03}) \right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0I} \leq k_-} f_I(k_{0I}) \right) + \dots + \\
&+ f_I(k_{0I} = k_-) \left(1 - \sum_{k_{01} < k_-} f_1(k_{01}) \right) \dots \left(1 - \sum_{k_{0(I-1)} < k_-} f_{(I-1)}(k_{0(I-1)}) \right); \\
k_- &= \min\{\min(k_{01}), \dots, \min(k_{0I})\}, \dots, \min\{\max(k_{01}), \dots, \max(k_{0I})\}; \\
i &= 1, \dots, I.
\end{aligned}$$

- Механизм синхронизации последовательных действий ИИА, описываемый логической функцией «Исключающее ИЛИ»:
 - при опросе реплицированных информационных источников:

$$\begin{aligned}
f_i(k_{0i}) &= p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i}); \\
k_{0i} &= \min(k_i^S, k_i^f), \dots, \max(k_i^S, k_i^f); \\
f_{12..i}(k_{012..i}) &= \sum_{k_{012..(i-1)}} f_{12..(i-1)}(k_{012..(i-1)}) f_i(k_{012..i} - k_{012..(i-1)}); \\
k_{012..i} &= \min(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}), \dots, \max(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}); \\
\Pi'_i &= (1 - P(k_{01} \leq N_{\max})) (1 - P(k_{012} \leq N_{\max})) \times \dots \times (1 - P(k_{01..i} \leq N_{\max})); \\
f_{\text{репл}}(k_-) &= P(k_{01} \leq N_{\max}) f_1(k_{01} = k_-) + \Pi'_1 P(k_{012} \leq N_{\max}) f_{12}(k_{012} = k_-) + \\
&+ \dots + \\
&+ \Pi'_{I-2} P(k_{012..(I-1)} \leq N_{\max}) f_{12..(I-1)}(k_{012..(I-1)} = k_-) + \Pi'_{I-1} f_{12..I}(k_{012..I} = k_-); \\
k_- &= \min(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}), \dots, \max(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}); \\
i &= 1, \dots, I.
\end{aligned}$$

- при опросе нереплицированных информационных источников:

$$\begin{aligned}
f_i(k_{0i}) &= p_i f_i^S(k_i^S = k_{0i}) + (1 - p_i) f_i^f(k_i^f = k_{0i}); \\
k_{0i} &= \min(k_i^S, k_i^f), \dots, \max(k_i^S, k_i^f); \\
f_{12..i}(k_{012..i}) &= \sum_{k_{012..(i-1)}} f_{12..(i-1)}(k_{012..(i-1)}) f_i(k_{012..i} - k_{012..(i-1)});
\end{aligned}$$

$$k_{012..i} = \min(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i}), \dots, \max(k_{01} + k_{02} + \dots + k_{0i});$$

$$\Pi'_i = P(k_{01} \leq N_{\max})P(k_{012} \leq N_{\max}) \times \dots \times P(k_{01..i} \leq N_{\max});$$

$$f_{\text{нерепл}}(k_-) = (1 - P(k_{01} \leq N_{\max}))f_1(k_{01} = k_-) +$$

$$+ \Pi'_1(1 - P(k_{012} \leq N_{\max}))f_{12}(k_{012} = k_-) + \dots +$$

$$+ \Pi'_{I-2}(1 - P(k_{012..(I-1)} \leq N_{\max}))f_{12..(I-1)}(k_{012..(I-1)} = k_-) + \Pi'_{I-1}f_{12..I}(k_{012..I} = k_-);$$

$$k_- = \min(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I}), \dots, \max(k_{01}; k_{012}; \dots; k_{012..I});$$

$$i = 1, \dots, I.$$

- Достижимость целей функционирования ИИА в условиях неопределённости:

$$f_s(k_s) = p_1 p_{1,1}^{(3)} f_1^s(k_{01}^s = k_s) + p_2 p_{2,1}^{(3)} f_2^s(k_{02}^s = k_s) + \dots + p_I p_{I,1}^{(3)} f_I^s(k_{0I}^s = k_s);$$

$$k_s = \min\{\min(k_{01}^s), \min(k_{02}^s), \dots, \min(k_{0I}^s)\}, \dots, \max\{\max(k_{01}^s), \max(k_{02}^s), \dots, \max(k_{0I}^s)\}.$$

$$f_f(k_f) = (1 - p_1) p_{1,1}^{(2)} f_1^f(k_{01}^f = k_f) + (1 - p_2) p_{2,1}^{(2)} f_2^f(k_{02}^f = k_f) + \dots + (1 - p_I) p_{I,1}^{(2)} f_I^f(k_{0I}^f = k_f);$$

$$k_s = \min\{\min(k_{01}^f), \min(k_{02}^f), \dots, \min(k_{0I}^f)\}, \dots, \max\{\max(k_{01}^f), \max(k_{02}^f), \dots, \max(k_{0I}^f)\}.$$

- Среднее время (математическое ожидание):

$$MO[k] = \sum_k kf(k).$$

- Вероятность преодоления априорной неопределённости:

$$P(k \leq N_{\max}) = \sum_{k \leq N_{\max}} f(k).$$

Для получения инструментальных результатов используется программное обеспечение, представленное выше.

Входные данные, используемые на первом этапе тестирования, представляются в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Входные данные тестирования на первом этапе

Количество ресурсов сети:	2
Временное ограничение N_{\max} :	3

На первом этапе тестирования применяется гипотеза о равновероятных событиях для метода устранения неопределённости при неизвестном механизме синхронизации параллельных действий ИИА:	$p_{i,j}^{(l)} = \frac{1}{m}, i = 1,2,\dots,m, j = 1,2,\dots,n.$				
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится успешно p_1 :	0,98				
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится неуспешно $(1 - p_1)$:	0,02				
Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится успешно p_2 :	0,95				
Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится неуспешно $(1 - p_2)$:	0,05				
Исходные данные для первого ресурса сети			Исходные данные для второго ресурса сети		
k	$f_1^s(k = k_{01}^s)$	$f_1^f(k = k_{01}^f)$	k	$f_2^s(k = k_{02}^s)$	$f_2^f(k = k_{02}^f)$
1	0,25588	0,25884	1	0,13653	0,32569
2	0,32154	0,03760	2	0,32102	0,25880
3	0,23232	0,10840	3	0,33948	0,05105
4	0,13972	0,21460	4	0,14944	0,14612
5	0,05054	0,38056	5	0,05353	0,21834

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации с неизвестной функцией синхронизации приводятся в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации с неизвестной функцией синхронизации

Аналитические результаты			Инструментальные результаты		
Плотность распределения вероятности дискретного времени устранения неопределённости: $f_?(k_?)$	Среднее время устранения неопределённости: $MO[k_?]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k_? \leq N_{\max})$	Плотность распределения вероятности дискретного времени устранения неопределённости: $f_?(k_?)$	Среднее время устранения неопределённости: $MO[k_?]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k_? \leq N_{\max})$
0,2009636	2,5453444	0,79529875	0,2009636	2,5453444	0,79529875
0,3168851			0,3168851		
0,27745005			0,27745005		

0,1452458			0,1452458		
0,05945545			0,05945545		

Совпадение аналитических и инструментальных результатов исследования механизма синхронизации с неизвестной функциональной спецификацией подтверждает корректность функционирования разработанного программного обеспечения.

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации параллельных действий ИИА, описываемого логической функцией «И», приводятся в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации параллельных действий ИИА согласно логической функцией «И»

Аналитические результаты			Инструментальные результаты		
Плотность распределения вероятности: $f_{AND}(k_{AND})$	Среднее время: $MO[k_{AND}]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k_{AND} \leq N_{max})$	Плотность распределения вероятности: $f_{AND}(k_{AND})$	Среднее время: $MO[k_{AND}]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k_{AND} \leq N_{max})$
0,03736405192960	3,180300902	0,632459865	0,03736405192960	3,180300902	0,632459865
0,22789243822920			0,22789243822920		

Продолжение таблицы 10.3

0,36720337477220			0,36720337477220		
0,25215882614720			0,25215882614720		
0,11538130892180			0,11538130892180		

Совпадение результатов аналитического и инструментального оценивания качества функционирования ИИА при использовании механизма синхронизации параллельных действий ИИА, описываемого логической функцией «И», подтверждает корректность функционирования разработанного программного обеспечения.

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации параллельных действий ИИА, описываемого логической функцией «ИЛИ», приводятся в табл. 10.4.

Таблица 10.4

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации параллельных действий ИИА, описываемого логической функцией «ИЛИ»

Аналитические результаты			Инструментальные результаты		
Плотность	Среднее	Вероят-	Плотность	Среднее	Вероятность

распределения вероятности: $f_{OR}(k_{OR})$	время: $MO[k_{OR}]$	ность преодоления априорной неопределённости: $P(k_{OR} \leq N_{max})$	распределения вероятности: $f_{OR}(k_{OR})$	время: $MO[k_{OR}]$	преодоления априорной неопределённости: $P(k_{OR} \leq N_{max})$
0,36456314807040	1,910387898	0,958137635	0,36456314807040	1,910387898	0,958137635
0,40587776177080			0,40587776177080		
0,18769672522780			0,18769672522780		
0,03833277385280			0,03833277385280		
0,00352959107820			0,00352959107820		

Совпадение результатов аналитического и инструментального оценивания качества функционирования ИИА при использовании механизма синхронизации параллельных действий ИИА, описываемого логической функцией «ИЛИ», подтверждает корректность функционирования разработанного программного обеспечения.

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе реплицированных информационных источников, приводятся в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе реплицированных информационных источников

Аналитические результаты			Инструментальные результаты		
Плотность распределения вероятности: $f(k)$	Среднее время: $MO[k]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k \leq N_{max})$	Плотность распределения вероятности: $f(k)$	Среднее время: $MO[k]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k \leq N_{max})$
0,20517161216640	2,955972269	0,675327501	0,20517161216640	2,955972269	0,675327501
0,26061906270305			0,26061906270305		
0,20953682614744			0,20953682614744		
0,15628226451354			0,15628226451354		
0,09233363656746			0,09233363656746		
0,03786802622918			0,03786802622918		
0,02338436668086			0,02338436668086		
0,01068187966305			0,01068187966305		
0,00342220270192			0,00342220270192		
0,00070012262709			0,00070012262709		

Совпадение результатов аналитического и инструментального оценивания качества функционирования ИИА при использовании механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе реплицированных информационных источников, подтверждает корректность функционирования разработанного программного обеспечения.

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе нереплицированных ИИ, приводятся в табл. 10.6.

Таблица 10.6

Результаты аналитического и инструментального оценивания для механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе нереплицированных информационных источников

Аналитические результаты			Инструментальные результаты		
Плотность распределения вероятности: $f(k)$	Среднее время: $MO [k]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k \leq N_{\max})$	Плотность распределения вероятности: $f(k)$	Среднее время: $MO [k]$	Вероятность преодоления априорной неопределённости: $P(k \leq N_{\max})$
0,05076758783360	4,562475331	0,291155871	0,05076758783360	4,562475331	0,291155871
0,09260618922655			0,09260618922655		
0,14778209385096			0,14778209385096		
0,20209978166126			0,20209978166126		
0,19936998765674			0,19936998765674		
0,15303945534042			0,15303945534042		
0,09450534122534			0,09450534122534		
0,04316963962555			0,04316963962555		
0,01383045512848			0,01383045512848		
0,00282946845111			0,00282946845111		

Совпадение результатов аналитического и инструментального оценивания качества функционирования ИИА при использовании механизма синхронизации последовательных действий ИИА, описываемого логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе нереплицированных информационных источников, подтверждает корректность функционирования разработанного программного обеспечения.

Результаты аналитического и инструментального оценивания достижимости целей функционирования ИИА в условиях априорной неопределённости, приводятся в табл. 10.7.

Таблица 10.7

Результаты аналитического и инструментального оценивания достижимости целей функционирования ИИА в условиях априорной неопределённости

Аналитические результаты	Инструментальные результаты
--------------------------	-----------------------------

Плотность распределения вероятности:		Среднее время достижения цели:		Вероятность достижения цели: $P(k_{s/f} \leq N_{\max})$		Плотность распределения вероятности		Среднее время достижения цели:		Вероятность достижения цели: $P(k \leq N_{\max})$	
$f_s(k_s)$	$f_f(k_f)$	$MO[k_s]$	$MO[k_f]$	$P(k_s \leq \leq N_{\max})$	$P(k_f \leq \leq N_{\max})$	$f_s(k_s)$	$f_f(k_f)$	$MO[k_s]$	$MO[k_f]$	$P(k_s \leq \leq N_{\max})$	$P(k_f \leq \leq N_{\max})$
0,1902	0,0107	2,4443	0,101	0,7754	0,0199	0,1902	0,0107	2,4443	0,101	0,7754	0,0199
0,3100	0,0069					0,3100	0,0069				
0,2751	0,0024					0,2751	0,0024				
0,1395	0,0058					0,1395	0,0058				
0,0502	0,0093					0,0502	0,0093				

Совпадение результатов аналитического и инструментального оценивания достижимости целей функционирования ИИА подтверждает корректность функционирования разработанного программного обеспечения.

Далее протестируем программное обеспечение на том же наборе входных данных, но с учётом того, что события не равновероятны.

Входные данные, используемые на втором этапе тестирования, представляются в табл. 10.8.

Таблица 10.8

Входные данные тестирования на втором этапе

Количество ресурсов сети:	2
Временное ограничение N_{\max} :	3
На втором этапе тестирования для метода устранения неопределённости при неизвестном механизме синхронизации параллельных действий ИИА применяется гипотеза о том, что один из подпроцессов заканчивается позже других:	$P_{i,1}^{(l)} = P_{i,2}^{(l)} = \dots = P_{i,n}^{(l)} = 1;$ $P_{k,1}^{(l)} = P_{k,2}^{(l)} = \dots = P_{k,n}^{(l)} = 0; k = 1, 2, \dots, m;$ $k \neq i.$
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится успешно p_1 :	0,98
Вероятность того, что запрос к первому ресурсу сети завершится неуспешно $(1 - p_1)$:	0,02

Продолжение таблицы 10.8

Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится успешно p_2 :	0,95
Вероятность того, что запрос ко второму ресурсу сети завершится	0,05

неуспешно ($1 - p_2$):					
Исходные данные для первого ресурса сети			Исходные данные для второго ресурса сети		
k	$f_1^s(k = k_{01}^s)$	$f_1^f(k = k_{01}^f)$	k	$f_2^s(k = k_{02}^s)$	$f_2^f(k = k_{02}^f)$
1	0,25588	0,25884	1	0,13653	0,32569
2	0,32154	0,03760	2	0,32102	0,25880
3	0,23232	0,10840	3	0,33948	0,05105
4	0,13972	0,21460	4	0,14944	0,14612
5	0,05054	0,38056	5	0,05353	0,21834

Проанализируем вероятность достижения целей и математическое ожидание при условии, что первый подпроцесс заканчивается раньше второго: $p_{1,1}^{(2)} = p_{1,2}^{(2)} = 1$; $p_{2,1}^{(2)} = p_{2,2}^{(2)} = 0$. Представим полученные результаты в табл. 10.9.

Введём следующие обозначения в табл. 10.9:

1. Механизм синхронизации с неизвестной функцией синхронизации;
2. Механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «И»;
3. Механизм синхронизации последовательных действий ИИА, описываемый логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе реплицированных информационных источников;
4. Механизм синхронизации параллельных действий ИИА, описываемый логической функцией «ИЛИ»;
5. Механизм синхронизации последовательных действий ИИА, описываемый логической функцией «Исключающее ИЛИ» при опросе нереплицированных источников;
6. Достижимость целей функционирования ИИА в условиях неопределённости:
 - a. Достижимость целей удачного выполнения запроса;
 - b. Достижимость целей неудачного выполнения запроса.

Таблица 10.9

Результаты оценивания вероятности достижения целей и математического ожидания при условии: первый подпроцесс завершается раньше второго

	1	2	3	4	5	6	
	Продолжение таблицы 10.9						
	1	2	3	4	5	a	b
Вероятность достижения целей	0,8016419	0,6324599	0,2911559	0,9581376	0,6753275	0,7935452	0,0080968
Мате-	2,4277588	3,1803009	4,5624753	1,9103879	2,9559723	2,3593500	0,0684088

мати- ческое ожида- ние							
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Значения вероятности преодоления априорной неопределённости и математического ожидания для механизма синхронизации с неизвестной функцией синхронизации изменились по сравнению с результатами первого этапа тестирования: вероятность преодоления априорной неопределённости увеличилась, а среднее время устранения неопределённости уменьшилось, соответственно, вероятность достижения цели удачного выполнения запроса также увеличилась, а среднее время достижения целей удачного выполнения запроса уменьшилось. Значения для остальных методов полностью совпадают с результатами, полученными на первом этапе тестирования. Это обуславливается тем, что вероятности новых переходов между узловыми вершинами, обеспечивающие возможность моделирования прохождения от одной последовательности подпроцессов к другой, применяются по методу свободного объединения подпроцессов, который использовался при разработке математического аппарата устранения априорной неопределённости с неизвестной функцией синхронизации и при достижимости целей в условиях априорной неопределённости.

Проанализируем вероятность достижения целей и математическое ожидание при условии, что второй подпроцесс заканчивается раньше первого: $p_{1,1}^{(2)} = p_{1,2}^{(2)} = 0$; $p_{2,1}^{(2)} = p_{2,2}^{(2)} = 1$. Представим полученные результаты в табл. 10.10.

Таблица 10.10

Результаты оценивания вероятности достижения целей и математического ожидания при условии: второй подпроцесс завершается раньше первого

	1	2	3	4	5	6	
						a	b

Продолжение таблицы 10.10

	1	2	3	4	5	6	
						a	b
Вероят- ность дости- жения целей	0,7889555	0,6324599	0,2911559	0,9581376	0,6753275	0,7571785	0,0317770
Мате- мати- ческое ожида-	2,6629300	3,1803009	4,5624753	1,9103879	2,9559723	2,5292990	0,1336310

ние							
-----	--	--	--	--	--	--	--

Сравнение результатов из табл. 10.9 и табл. 10.10 показало: при условии, что второй подпроцесс завершается раньше первого, вероятность преодоления априорной неопределённости уменьшается, а среднее время устранения неопределённости незначительно увеличивается. Показатели достижения целей такие как, вероятность достижения целей и среднее время достижения целей удачного выполнения запроса, улучшаются.

Можно сделать вывод, что при представленных исходных данных, завершение второго подпроцесса быстрее первого приведёт к устранению неопределённости и удачному выполнению запроса к ИИА при лучших показателях качества в сравнении со вторым подпроцессом.

Проведённый эксперимент доказывает как корректность функционирования программного обеспечения, так и полезность применения метода свободного объединения подпроцессов для устранения априорной неопределённости функционирования интеллектуальных информационных программных агентов.

10.2. Исследование зависимости качества функционирования интеллектуальных информационных программных агентов от параметров механизмов синхронизации выполняемых действий

Исследование зависимости качества функционирования ИИА базируется на четырёх примерах элементарных запросов. Общие свойства показателей качества функционирования проявляются при опросе трёх и более информационных источников, следовательно, на основе четырёх элементарных запросов можно сформировать показательные примеры типовых способов опроса.

Исходные данные примеров получены на основе анализа статистики выполнения запросов к информационным источникам.

Пример 1: моделирует обращение к информационному источнику, обладающему свойствами:

- Высокая производительность;
- Высокая надёжность.

Исходные данные примера 1 представляются в табл. 10.11.

Таблица 10.11

Исходные данные для примера 1

Вероятность того, что завершится успешно p_i :	0,98
Вероятность того, что запрос завершится неуспешно $(1 - p_i)$:	0,02

Время выполнения запроса:		
k	$f_i^s(k = k_{0i}^s)$	$f_i^f(k = k_{0i}^f)$
1	0,25588	0,25884
2	0,32154	0,03760
3	0,23232	0,10840
4	0,13972	0,21460
5	0,05054	0,38056

- Высокая надёжность в примере 1 определяется тем, что вероятность успешного выполнения запроса мала;
- Высокая производительность учитывается приведёнными в табл. 10.11 распределениями, в частности, согласно данным распределениям успешный запрос выполнится за первые 5 квантов с вероятностью 70%.

Пример 2: моделирует обращение к информационному источнику, обладающему свойствами:

- Средняя производительность;
- Невысокая надёжность.

Исходные данные примера 2 приводятся в табл. 10.12.

Таблица 10.12

Исходные данные для примера 2

Вероятность того, что запрос завершится успешно p_i :	0,95	
Вероятность того, что запрос завершится неуспешно $(1 - p_i)$:	0,05	
Время выполнения запроса:		
k	$f_i^s(k = k_{0i}^s)$	$f_i^f(k = k_{0i}^f)$
1	0,13653	0,32569
Продолжение таблицы 10.12		
2	0,32102	0,25880
3	0,33948	0,05105
4	0,14944	0,14612
5	0,05353	0,21834

- Невысокая надёжность в примере 2 определяется тем, что вероятность успешного выполнения запроса более чем в 2 раза выше, чем в примере 1;
- Средняя производительность учитывается приведёнными в табл. 10.12 распределениями, в частности, согласно данным распределениям успешный запрос выполнится за первые 5 квантов с вероятностью 64% (на 6% меньше, чем в примере 1).

Пример 3: моделирует обращение к информационному источнику, обладающему свойствами:

- Сверхвысокая производительность;
- Высокая надёжность.

Представим исходные данные примера 3 в табл. 10.13.

Таблица 10.13

Исходные данные для примера 3

Вероятность того, что запрос завершится успешно p_i :	0,97	
Вероятность того, что запрос завершится неуспешно $(1 - p_i)$:	0,03	
Время выполнения запроса:		
k	$f_i^s(k = k_{0i}^s)$	$f_i^f(k = k_{0i}^f)$
1	0,08765	0,09294
2	0,63310	0,34935
3	0,18181	0,08653
4	0,07467	0,06730
5	0,02277	0,40388

- Высокая надёжность в примере 3 определяется тем, что только в трёх случаях из ста запрос будет неуспешным;
- Сверхвысокая производительность учитывается приведёнными в табл. 11.3 распределениями, в частности, согласно данным распределениям успешный запрос выполнится за первые 5 квантов с вероятностью 83% (на 19% выше, чем в примере 2).

Пример 4: моделирует обращение к информационному источнику, обладающему свойствами:

- Средняя производительность;
- Невысокая надёжность.

Исходные данные примера 4 описываются в табл. 10.14.

Таблица 10.14

Исходные данные для примера 4

Вероятность того, что запрос завершится успешно p_i :	0,94	
Вероятность того, что запрос завершится неуспешно $(1 - p_i)$:	0,06	
Время выполнения запроса:		
k	$f_i^s(k = k_{0i}^s)$	$f_i^f(k = k_{0i}^f)$

1	0,05700	0,23662
2	0,18051	0,17503
3	0,42279	0,29659
4	0,29452	0,09561
5	0,04518	0,19615

- Надежность, отражаемая в примере 4, является наихудшей среди рассматриваемых, поскольку вероятность неуспешного выполнения запроса составляет 6%;
- Средняя производительность учитывается приведёнными в табл. 10.14 распределениями, в частности, согласно данным распределениям успешный запрос выполнится за первые 5 квантов с вероятностью 42% (на 41% меньше, чем в примере 3).

На основе примеров 1-4 построены временные модели следующих типов запросов:

- Пример 5: устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий;
- Пример 6: устранение неопределённости при параллельном опросе реплицированных источников информации;
- Пример 7: устранение неопределённости при параллельном опросе нереплицированных источников информации;
- Пример 8: устранение неопределённости при последовательном опросе реплицированных источников информации;
- Пример 9: устранение неопределённости при последовательном опросе нереплицированных источников информации;
- Пример 10: достижимость целей в условиях априорной неопределённости относительно механизмов синхронизации действий ИА.

Для примеров 5-10 введены следующие варианты ограничений:

а) Срочный запрос – требуется быстрое выполнение, $N_{\max} = 3$.

б) Несрочный запрос – быстрое выполнение не требуется, $N_{\max} = 7$.

Для оценки характеристик типовых запросов с помощью аналитических соотношений, представленных в предыдущих разделах, разработано инструментальное программное обеспечение IntelAgent.

Оценки характеристик типовых запросов для примеров 5-10 при опросе одного источника, полученные с помощью программного обеспечения IntelAgent, представлены в табл. 10.15.

Оценки характеристик типовых запросов для примеров 5-10 при опросе двух источников, полученные с помощью программного обеспечения IntelAgent, представлены в табл. 10.16.

Оценки характеристик типовых запросов для примеров 5-10 при опросе трёх источников, полученные с помощью программного обеспечения IntelAgent, представлены в табл. 10.17.

Оценки характеристик типовых запросов для примеров 5-10 при опросе четырёх источников, полученные с помощью программного обеспечения IntelAgent, представлены в табл. 10.18.

Исходные переменные распределения информационных источников взяты из примеров 1-4.

При проведении экспериментов, результаты которых представлены в табл. 10.15, 10.16, 10.18, применяется гипотеза о равновероятных событиях для метода устранения неопределённости при неизвестном механизме

синхронизации параллельных действий ИИА: $p_{i,j}^{(l)} = \frac{1}{m}$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$.

При проведении экспериментов, результаты которых представлены в табл. 10.17, для метода устранения неопределённости при неизвестном механизме синхронизации параллельных действий ИИА применяется гипотеза о том, что один из подпроцессов заканчивается позже других:

$$p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)} = 1; p_{k,1}^{(l)} = p_{k,2}^{(l)} = \dots = p_{k,n}^{(l)} = 0; k = 1, 2, \dots, m; k \neq i.$$

Таблица 10.15

Оценки статистических характеристик преодоления априорной неопределённости и достижимости целей в условиях априорной неопределённости при опросе одного источника

Показатель	Приоритетность запроса	
	Срочный	Несрочный
5. Устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий		
$P(k \leq N_{\max})$	0,80164199999999985	0,99999999999999978

Продолжение таблицы 10.15

$MO[k]$	2,4277588	2,4277588
6. Устранение неопределённости при параллельном опросе реплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,80164199999999985	0,99999999999999978
$MO[k]$	2,4277588	2,4277588
7. Устранение неопределённости при параллельном опросе нереплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,80164199999999985	0,99999999999999978
$MO[k]$	2,4277588	2,4277588
8. Устранение неопределённости при последовательном опросе реплицированных		

источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,80164199999999985	0,99999999999999978
$MO[k]$	2,4277588	2,4277588
9. Устранение неопределенности при последовательном опросе нереплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,80164199999999985	0,99999999999999978
$MO[k]$	2,4277588	2,4277588
10. Достижимость целей в условиях априорной неопределённости относительно механизмов синхронизации действий ИА		
$P(k_s \leq N_{\max})$	0,7935452	0,98
$MO[k_s]$	2,35935	2,35935
$P(k_f \leq N_{\max})$	0,0080968000000000082	0,0200000000000000018
$MO[k_f]$	0,0684088000000000061	0,0684088000000000061

Статистические характеристики преодоления априорной неопределённости и достижения целей в условиях априорной неопределённости при опросе одного источника не позволяют сделать выводы о качестве функционирования ИИА, т.к. общие свойства показателей качества функционирования проявляются при опросе трёх и более информационных источников. Из эксперимента видно, что при несрочном запросе вероятность преодоления априорной неопределённости и вероятность достижения цели увеличиваются при одинаковом среднем времени устранения неопределённости.

Таблица 10.16

Оценки статистических характеристик преодоления априорной неопределённости и достижимости целей в условиях априорной неопределённости при опросе двух источников

Показатель	Приоритетность запроса	
	Срочный	Несрочный
5. Устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий		
$P(k \leq N_{\max})$	0,79529874999999994	0,99999999999999989
$MO[k]$	2,5453444	2,5453444
6. Устранение неопределенности при параллельном опросе реплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,958137635069	1
$MO[k]$	1,9103878980976001	1,9103878980976001
7. Устранение неопределенности при параллельном опросе нереплицированных источников информации		

$P(k \leq N_{\max})$	0,632459864931	1
$MO[k]$	3,1803009019024	3,1803009019024
8. Устранение неопределённости при последовательном опросе реплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,67532750101689409	1
$MO[k]$	2,9559722689400005	2,4277588000000003
9. Устранение неопределённости при последовательном опросе нереплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,29115587091110584	0,9253662318028
$MO[k]$	4,562475331059999	5,0906887999999988
10. Достижимость целей в условиях априорной неопределённости относительно механизмов синхронизации действий ИА при опросе источников		

Продолжение таблицы 10.16

$P(k_s \leq N_{\max})$	0,77536184999999991	0,96499999999999986
$MO[k_s]$	2,4443245	2,4443245
$P(k_f \leq N_{\max})$	0,019936900000000018	0,035000000000000031
$MO[k_f]$	0,10101990000000009	0,10101990000000009

Статистические характеристики преодоления априорной неопределённости и достижения целей в условиях априорной неопределённости при опросе двух источников также не позволяют сделать выводы о качестве функционирования ИИА, т.к. общие свойства показателей качества функционирования проявляются при опросе трёх и более информационных источников. Однако результаты эксперимента при опросе двух источников уже показывают, что более оперативным является устранение неопределённости при опросе реплицированных источников. Устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий при опросе двух источников с вероятностью 78% (для срочного запроса) и 97% (для несрочного) закончится достижением цели удачного выполнения запроса.

Таблица 10.17

Оценки статистических характеристик преодоления априорной неопределённости и достижимости целей в условиях априорной неопределённости при опросе трёх источников

Показатель	Приоритетность запроса	
	Срочный	Несрочный
5. Устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий		
$P(k \leq N_{\max})$	0,80164199999999985	0,99999999999999978

$MO[k]$	2,4277588	2,4277588
6. Устранение неопределенности при параллельном опросе реплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,99545156195304418	1
$MO[k]$	1,6503311963932643	1,6503311963932643
7. Устранение неопределенности при параллельном опросе нереплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,56374170919454392	0,99999999999999978
$MO[k]$	3,3896478737626734	3,3896478737626734
Продолжение таблицы 10.17		
8. Устранение неопределенности при последовательном опросе реплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,45960093126249696	1
$MO[k]$	3,3440566930276052	2,4277588000000003
9. Устранение неопределенности при последовательном опросе нереплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,13843635048498126	0,36102433253669514
$MO[k]$	4,8720420062847554	7,2584985581525663
10. Достижимость целей в условиях априорной неопределённости относительно механизмов синхронизации действий ИА		
$P(k_s \leq N_{\max})$	0,7935452	0,98
$MO[k_s]$	2,35935	2,35935
$P(k_f \leq N_{\max})$	0,0080968000000000082	0,020000000000000018
$MO[k_f]$	0,0684088000000000061	0,0684088000000000061

В данном эксперименте предполагалось, что первый подпроцесс завершится позже других.

Результаты эксперимента при опросе трёх источников показывают, что более оперативным является устранение неопределённости при параллельном опросе реплицированных источников. Устранение неопределённости при последовательном опросе реплицированных источников является оперативным с высокой вероятностью устранения неопределённости при большом временном ограничении, т.е. когда запрос несрочный.

Устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий при опросе трёх источников с вероятностью 79% (для срочного запроса) и 99% (для несрочного) закончится достижением цели удачного выполнения запроса.

Оценки статистических характеристик преодоления априорной неопределённости и достижимости целей в условиях априорной неопределённости при опросе четырёх источников

Показатель	Приоритетность запроса	
	Срочный	Несрочный
Продолжение таблицы 10.18		
5. Устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий		
$P(k \leq N_{\max})$	0,786280425	0,99999999999999989
$MO[k]$	2,6271664	2,6271664
6. Устранение неопределённости при параллельном опросе реплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,99846797872264725	1
$MO[k]$	1,5915435037418824	1,5915435037418824
7. Устранение неопределённости при параллельном опросе нереплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,37386019723348457	1
$MO[k]$	3,7710385351555193	3,7710385351555193
8. Устранение неопределённости при последовательном опросе реплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,45960093126249696	1
$MO[k]$	3,8518449657129623	2,4277588000000003
9. Устранение неопределённости при последовательном опросе нереплицированных источников информации		
$P(k \leq N_{\max})$	0,13843635048498126	0,20814136545146705
$MO[k]$	4,8733753109108466	8,7893002978213719
10. Достижимость целей в условиях априорной неопределённости относительно механизмов синхронизации действий ИА		
$P(k_s \leq N_{\max})$	0,761722225	0,96
$MO[k_s]$	2,509013125	2,509013125
$P(k_f \leq N_{\max})$	0,024558200000000023	0,040000000000000036
$MO[k_f]$	0,11815327500000011	0,11815327500000011

Результаты эксперимента при опросе четырёх источников показывают, что более оперативным является устранение неопределённости при параллельном опросе реплицированных источников. Устранение неопределённости при последовательном опросе реплицированных источников является оперативным с высокой вероятностью устранения неопределённости при большом временном ограничении, т.е. когда запрос несрочный.

Устранение неопределённости при неизвестном описании МС параллельных действий при опросе четырёх источников с вероятностью 76% (для срочного запроса) и 96% (для несрочного) закончится достижением цели удачного выполнения запроса.

Сравнительный анализ показал, что наиболее оперативно осуществляется устранение априорной неопределённости при опросе реплицированных источников. Устранение неопределённости при неизвестном МС параллельных действий также показало хорошие показатели качества оперативности и вероятности устранения неопределённости. Для всех экспериментов достижимость цели удачного выполнения запроса не менее 75% (для срочного запроса) и 95% (для несрочного).

Научная новизна создания, подтверждения корректности функционирования и применения представленного инструментального программного обеспечения заключается:

- в реализации возможности вычисления и исследования динамических характеристик интеллектуальных информационных программных агентов при априорной неопределённости в описании функциональной спецификации их механизмов синхронизации распараллеленных запланированных действий;
- в сравнении динамических характеристик интеллектуальных информационных программных агентов при вариациях в механизмах синхронизации их действий;
- в обеспечении возможности соблюдения гарантий в качестве функционирования интеллектуальных информационных программных агентов за счёт рационального выбора параметров и функций механизмов синхронизации их действий.

Практическая значимость создания, подтверждения корректности функционирования и применения представленного инструментального программного обеспечения представляется в виде созданного прототипа инструментального программного обеспечения, предназначенного для оценки динамических характеристик интеллектуальных информационных агентов при вариациях в спецификациях механизмов синхронизации их действий в условиях преодоления априорной неопределённости относительно состава инфраструктуры и достижения целей.

Приложение

MainForm (программирование интерфейса, создание объекта класса, в котором будут выполняться исследования):

```
using System;  
using System.Collections.Generic;
```

```

using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;

namespace NetIntelAgent
{
    public partial class MainForm : Form
    {
        private bool transitionProbabilityGridInitiate = false;
        private bool sourceDataGridInitiate = false;
        private int currentStep = 0;
        private int colCon = 0;
        private MathEquations myMath; //Объявление объекта для исследований
        ///////////////////////////////////////////////////
        private int sourceCount; //Количество источников
        private double[] P; //вероятности нового перехода
        private double[] pj; //вероятности удачного перехода для каждого
процесса
        private double[][] Fs; //Распределения вероятностей для удачного
завершения процессов
        private double[][] Ff; //Распределения вероятностей для неудачного
завершения процессов
        private int[][] Ks; //Время удачного процесса
        private int[][] Kf; //Время неудачного процесса
        private int timeLimit; //Временное ограничение
        ///////////////////////////////////////////////////
        public MainForm()
        {
            InitializeComponent();

            #region _____Первый шаг_____
            //Обработка нажатия кнопки "OK" для ввода количества источников
            private void sourceCountEnterButton_Click(object sender, EventArgs
e)
            {
                int count;
                if (!Int32.TryParse(sourceCountTxt.Text, out count) ||
sourceCountTxt.Text == "")
                {
                    MessageBox.Show("Количество источников должно быть указано
как целое число!", "Ошибка ввода данных");
                    sourceCountTxt.Text = "";
                }
                else
                {
                    Int32.TryParse(sourceCountTxt.Text, out count);
                    this.sourceCount = count;
                    initiateTransitionProbabilityGrid();
                }
            }
            //Обработка нажатия клавиши "enter" на поле ввода количества
источников
            private void sourceCountTxt_KeyPress(object sender,
KeyPressEventArgs e)
            {
                int count;

```

```

        if (e.KeyChar.Equals((char)13))
        {
            if (!Int32.TryParse(sourceCountTxt.Text, out count)
|| sourceCountTxt.Text == "")
            {
                MessageBox.Show("Количество источников должно
быть указано как целое число!", "Ошибка ввода данных");
                sourceCountTxt.Text = "";
                return;
            }
            else
            {
                Int32.TryParse(sourceCountTxt.Text, out count);
                this.sourceCount = count;
                initiateTransitionProbabilityGrid();
            }

            if (!Int32.TryParse(timeLimitTxtBox.Text, out count)
|| timeLimitTxtBox.Text == "")
            {
                MessageBox.Show("Неверно указано временное
ограничение!", "Ошибка ввода данных");
                timeLimitTxtBox.Text = "";
                return;
            }
            else
            {
                Int32.TryParse(timeLimitTxtBox.Text, out count);
                this.timeLimit = count;
                initiateTransitionProbabilityGrid();
            }
        }
    }
    //инициализация таблицы с вероятностями новых переходов
    private void initiateTransitionProbabilityGrid()
    {
        int count;
        if (!Int32.TryParse(sourceCountTxt.Text, out count) ||
sourceCountTxt.Text == "")
        {
            MessageBox.Show("Количество источников должно быть указано
как целое число!", "Ошибка ввода данных");
            sourceCountTxt.Text = "";
            return;
        }
        else sourceCount = count;
        this.transitionProbabilityGridInitiate = true;
        double cellValue = (double)1 / (double)this.sourceCount;
        transitionProbabilityGridInitiate = true;
        transitionProbabilityGrid.Enabled = true;
        transitionProbabilityGrid.ColumnCount = this.sourceCount;
        transitionProbabilityGrid.RowCount = this.sourceCount;
        for (int i = 0; i < this.sourceCount; i++)
        {
            transitionProbabilityGrid.Columns[i].Name = i + 1 +"";
            transitionProbabilityGrid.Rows[i].HeaderCell.Value = i + 1 +
"";

            for (int j = 0; j < this.sourceCount; j++)
            {

```

```

        transitionProbabilityGrid[i, j].Value = cellValue;
    }
}

private void button1_Click_1(object sender, EventArgs e)
{
    int count;
    if (!Int32.TryParse(sourceCountTxt.Text, out count) ||
sourceCountTxt.Text == "")
    {
        MessageBox.Show("Количество источников должно быть
указано как целое число!", "Ошибка ввода данных");
        sourceCountTxt.Text = "";
        return;
    }
    else
    {
        Int32.TryParse(sourceCountTxt.Text, out count);
        this.sourceCount = count;
        initiateTransitionProbabilityGrid();
    }

    if (!Int32.TryParse(timeLimitTxtBox.Text, out count) ||
timeLimitTxtBox.Text == "")
    {
        MessageBox.Show("Неверно указано временное
ограничение!", "Ошибка ввода данных");
        timeLimitTxtBox.Text = "";
        return;
    }
    else
    {
        Int32.TryParse(timeLimitTxtBox.Text, out count);
        this.timeLimit = count;
        initiateTransitionProbabilityGrid();
    }
}
#endregion

#region _____Второй шаг_____

private void initiateSourceDataGrid()
{
    this.sourceDataGridInitiate = true;
    sourceDataGrid.ColumnCount = sourceCount * 4;
    sourceDataGrid.RowCount = 5;
    for (int column = 0, block=1; column < sourceCount*4;
column+=4, block++)
    {
        sourceDataGrid.Columns[column].Name = "k0" + block + "s";
        sourceDataGrid.Columns[column + 1].Name = "F" + block + "s";
        sourceDataGrid.Columns[column + 2].Name = "k0" + block +
"f";

        sourceDataGrid.Columns[column + 3].Name = "F" + block + "f";
        if (block % 2 != 0)
        {

sourceDataGrid.Columns[column].DefaultCellStyle.BackColor =
Color.FromArgb(245, 245, 245);

```



```

        sourceDataGrid.Columns[column +
1].DefaultCellStyle.BackColor = Color.FromArgb(245, 245, 245);
        sourceDataGrid.Columns[column +
2].DefaultCellStyle.BackColor = Color.FromArgb(245, 245, 245);
        sourceDataGrid.Columns[column +
3].DefaultCellStyle.BackColor = Color.FromArgb(245, 245, 245);
    }
    else
    {

sourceDataGrid.Columns[column].DefaultCellStyle.BackColor =
Color.FromArgb(255, 255, 255);
        sourceDataGrid.Columns[column +
1].DefaultCellStyle.BackColor = Color.FromArgb(255, 255, 255);
        sourceDataGrid.Columns[column +
2].DefaultCellStyle.BackColor = Color.FromArgb(255, 255, 255);
        sourceDataGrid.Columns[column +
3].DefaultCellStyle.BackColor = Color.FromArgb(255, 255, 255);
    }

    }

    sourceProbabilityGrid.ColumnCount = sourceCount;
    sourceProbabilityGrid.RowCount = 1;
    for (int i = 0; i < sourceCount; i++)
    {
        sourceProbabilityGrid.Columns[i].Name = "P" + (i + 1);
    }
}

//извлечение данных, введенных на втором шаге
private void getSourceData()
{
    Int32.TryParse(timeLimitTxtBox.Text, out this.timeLimit);
    Fs = new double[sourceCount][];
    Ff = new double[sourceCount][];
    Ks = new int[sourceCount][];
    Kf = new int[sourceCount][];
    pj = new double[sourceCount];
    P = new double[sourceCount];

    //int column = 0, block=1; column < sourceCount*3;
column+=3, block++
    for (int column = 0, block = 0; column < sourceCount * 4; column
+= 4, block++)
    {
        double.TryParse(sourceProbabilityGrid[block,
0].Value.ToString(), out pj[block]);
        double.TryParse(transitionProbabilityGrid[0,
block].Value.ToString(), out P[block]);
        ///////////////////////////////////////////////////
        int k;
        Ks[block] = new int[sourceDataGrid.RowCount];
        for (k = 0; k < sourceDataGrid.RowCount &&
sourceDataGrid[column, k].Value != null ; k++)
        {
            Int32.TryParse(
sourceDataGrid[column, k].Value.ToString(), out Ks[block][k]);
        }
        Array.Resize(ref Ks[block], k);
    }
}

```

```

        Kf[block] = new int[sourceDataGrid.RowCount];
        for (k = 0; k < sourceDataGrid.RowCount &&
sourceDataGrid[column+2, k].Value != null; k++)
        {
            Int32.TryParse(sourceDataGrid[column+2,
k].Value.ToString(), out Kf[block][k]);
        }
        Array.Resize(ref Kf[block], k);

        Fs[block] = new double[Ks[block].Length];
        for (k = 0; k < sourceDataGrid.RowCount &&
sourceDataGrid[column + 1, k].Value != null; k++)
        {
            double.TryParse(sourceDataGrid[column + 1,
k].Value.ToString(), out Fs[block][k]);
        }

        Ff[block] = new double[Kf[block].Length];
        for (k = 0; k < sourceDataGrid.RowCount &&
sourceDataGrid[column + 3, k].Value != null; k++)
        {
            double.TryParse(sourceDataGrid[column + 3,
k].Value.ToString(), out Ff[block][k]);
        }
    }
}

#endregion

#region Четвертый шаг
private void initFinalDataGrid()
{
    int max_length = 0;
    if (myMath.Kindef != null ) if (max_length <
myMath.Kindef.Length)
        max_length = myMath.Kindef.Length;

    if (myMath.Kand != null ) if ( max_length < myMath.Kand.Length)
        max_length = myMath.Kand.Length;

    if (myMath.Kor != null ) if (max_length < myMath.Kor.Length)
        max_length = myMath.Kor.Length;

    if(myMath.Krepl_ != null ) if ( max_length <
myMath.Krepl_.Length)
        max_length = myMath.Krepl_.Length;

    if(myMath.Ks_all != null )if ( max_length <
myMath.Ks_all.Length)
        max_length = myMath.Ks_all.Length;

    if(myMath.Kf_all != null)if (max_length < myMath.Kf_all.Length)
        max_length = myMath.Kf_all.Length;

    finalDataGrid.ColumnCount = colCon ;
    finalDataGrid2.ColumnCount = colCon *2;

    finalDataGrid.RowCount = 2;
    finalDataGrid2.RowCount = max_length;
}

```

```

        int count = 0;
        int count2 = 0;
        finalDataGrid.Rows[0].HeaderCell.Value = "P (k<Nmax)";
        finalDataGrid.Rows[1].HeaderCell.Value = "MO";

        if (checkBox1.Checked)
        {
            finalDataGrid.Columns[count].Name = "Heonp.";
            finalDataGrid[count, 0].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.PNmax_indef);
            finalDataGrid[count, 1].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.MO_indef);

            finalDataGrid2.Columns[count2].Name = "k";
            finalDataGrid2.Columns[count2 + 1].Name = "Heonp.";

            for (int i = 0; i < myMath.Kindef.Length; i++)
            {
                finalDataGrid2[count2, i].Value =
myMath.Kindef[i].ToString();
                finalDataGrid2[count2+1, i].Value =
String.Format("{0:R}", myMath.Findef[i]);
            }
            count2+=2;
            count++;
        }
        if (checkBox2.Checked)
        {
            finalDataGrid.Columns[count].Name = "И";
            finalDataGrid[count, 0].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.PNmax_and);
            finalDataGrid[count, 1].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.MO_and);

            finalDataGrid2.Columns[count2].Name = "k";
            finalDataGrid2.Columns[count2 + 1].Name = "И";

            for (int i = 0; i < myMath.Kand.Length; i++)
            {
                finalDataGrid2[count2, i].Value =
myMath.Kand[i].ToString();
                finalDataGrid2[count2 + 1, i].Value =
String.Format("{0:R}", myMath.Fand[i]);
            }
            count2 += 2;
            count++;
        }
        if (checkBox3.Checked)
        {
            finalDataGrid.Columns[count].Name = "Или";
            finalDataGrid[count, 0].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.PNmax_or);
            finalDataGrid[count, 1].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.MO_or);

            finalDataGrid2.Columns[count2].Name = "k";
            finalDataGrid2.Columns[count2 + 1].Name = "Или";

            for (int i = 0; i < myMath.Kor.Length; i++)
            {

```

```

        finalDataGrid2[count2, i].Value =
myMath.Kor[i].ToString();
        finalDataGrid2[count2 + 1, i].Value =
String.Format("{0:R}", myMath.For[i]);
    }
    count2 += 2;

    count++;
}
if (checkBox4.Checked)
{
    finalDataGrid.Columns[count].Name = "Послед. реплиц.";
    finalDataGrid[count, 0].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.PNmax_replic);
    finalDataGrid[count, 1].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.MO_replic);

    finalDataGrid2.Columns[count2].Name = "к";
    finalDataGrid2.Columns[count2 + 1].Name = "Послед. реплиц.";

    for (int i = 0; i < myMath.Krepl_.Length; i++)
    {
        finalDataGrid2[count2, i].Value =
myMath.Krepl_[i].ToString();
        finalDataGrid2[count2 + 1, i].Value =
String.Format("{0:R}", myMath.Frepl[i]);
    }
    count2 += 2;

    count++;
}
if (checkBox5.Checked)
{
    finalDataGrid.Columns[count].Name = "Послед. нереплиц.";
    finalDataGrid[count, 0].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.PNmax_nonreplic);
    finalDataGrid[count, 1].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.MO_nonreplic);

    finalDataGrid2.Columns[count2].Name = "к";
    finalDataGrid2.Columns[count2 + 1].Name = "Послед.
нереплиц.";

    for (int i = 0; i < myMath.Krepl_.Length; i++)
    {
        finalDataGrid2[count2, i].Value =
myMath.Krepl_[i].ToString();
        finalDataGrid2[count2 + 1, i].Value =
String.Format("{0:R}", myMath.Fnonrepl[i]);
    }
    count2 += 2;

    count++;
}
if (checkBox6.Checked)
{
    finalDataGrid.Columns[count].Name = "Достиж. цели Fs";
    finalDataGrid[count, 0].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.PNmax_Fs_all);

```

```

        finalDataGrid[count, 1].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.MO_Fs_all);

        finalDataGrid2.Columns[count2].Name = "к";
        finalDataGrid2.Columns[count2 + 1].Name = "Достиж. цели Fs";

        for (int i = 0; i < myMath.Ks_all.Length; i++)
        {
            finalDataGrid2[count2, i].Value =
myMath.Ks_all[i].ToString();
            finalDataGrid2[count2 + 1, i].Value =
String.Format("{0:R}", myMath.Fs_all[i]);
        }
        count2 += 2;

        count++;

        finalDataGrid.Columns[count].Name = "Достиж. цели Ff";
        finalDataGrid[count, 0].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.PNmax_Ff_all);
        finalDataGrid[count, 1].Value = String.Format("{0:R}",
myMath.MO_Ff_all);

        finalDataGrid2.Columns[count2].Name = "к";
        finalDataGrid2.Columns[count2 + 1].Name = "Достиж. цели Ff";

        for (int i = 0; i < myMath.Kf_all.Length; i++)
        {
            finalDataGrid2[count2, i].Value =
myMath.Kf_all[i].ToString();
            finalDataGrid2[count2 + 1, i].Value =
String.Format("{0:R}", myMath.Ff_all[i]);
        }
        count2 += 2;

        count++;
    }
}
#endregion
//проверка введенных данных при переходе на следующий шаг
private bool checkStepData()
{
    switch (this.currentStep)
    {
        #region ___Проверка первого шага___
        case 0://проверка данных, введенных на первом шаге
            bool stop = false;
            int sdf;
            //проверка корректности введенного временного
ограничения

            if (!Int32.TryParse(timeLimitTxtBox.Text, out sdf))
            {
                MessageBox.Show("Введено неверное значение
временного ограничения", "Ошибка ввода данных");
                return false;
            }

            //Прверка введенных новых вероятностей перехода
            for(int i=0;i<sourceCount && stop== false;i++)

```

```

        {
            double summa=0;
            for (int j = 0; j < sourceCount; j++)
            {
                double checkCellValue;
                if
(!double.TryParse(transitionProbabilityGrid[i, j].Value.ToString(), out
checkCellValue))
                    {
                        MessageBox.Show("В ячейке [" + i + 1 + ", "+
j+1 +"] введено неверное значение", "Ошибка ввода данных");
                        stop = true;
                        return false;
                    }
                else
                    summa += checkCellValue;
            }
            if (summa != (double)1)
            {
                MessageBox.Show("В колонке №" + i + 1 + " сумма
значений не равна единице", "Ошибка ввода данных");
                stop = true;
                return false;
            }
        }
        break;
    #endregion
    #region ____Проверка второго шага____
    case 1:
        double check;
        for (int i = 0; i < sourceCount; i++)
        {
            if
(!double.TryParse((string)sourceProbabilityGrid[i, 0].Value, out check) |
(check > 1 || check < 0))
                {
                    MessageBox.Show("Введено неверное значение
вероятности для P" + (i+1).ToString(), "Ошибка ввода данных");
                    return false;
                }
        }

        for (int column = 0, block = 1; column < sourceCount *
4; column += 4, block++)
        {
            int rowcount = 0, rowcount2 = 0;
            double rowsumm = 0;
            double buf;
            //int check_int;

            //int.TryParse((string)sourceDataGrid[column,0].Value,out check_int);
            #region ____Fs____
            for (int i = 0;sourceDataGrid[column,i].Value!=null
; i++)
                {
                    rowcount++;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        for (int i = 0; sourceDataGrid[column+1, i].Value !=
null; i++)
        {
            double.TryParse((string)sourceDataGrid[column +
1, i].Value, out buf);
            rowsumm += buf;
            rowcount2++;
        }
        if(rowsumm<0.99 || rowsumm>1)
        {
            MessageBox.Show("В колонке " +
sourceDataGrid.Columns[column+1].Name + " сумма значений не равно единице",
"Ошибка ввода данных");
            return false;
        }
        if (rowcount != rowcount2 || (rowcount==0 ||
rowcount2==0))
        {
            MessageBox.Show("В колонках " +
sourceDataGrid.Columns[column].Name + " и " + sourceDataGrid.Columns[column
+ 1].Name + " введены неверные данные", "Ошибка ввода данных");
            return false;
        }
        #endregion

        #region ____Ff____
        rowsumm = 0;
        rowcount = 0;
        rowcount2 = 0;
        for (int i = 0; sourceDataGrid[column+2, i].Value !=
null; i++)
        {
            rowcount++;
        }
        for (int i = 0; sourceDataGrid[column + 3, i].Value
!= null; i++)
        {
            rowcount2++;
            double.TryParse((string)sourceDataGrid[column +
3, i].Value, out buf);
            rowsumm += buf;
        }

        if (rowcount != rowcount2 || (rowcount == 0 ||
rowcount2 == 0))
        {
            MessageBox.Show("В колонках " +
sourceDataGrid.Columns[column + 2].Name + " и " +
sourceDataGrid.Columns[column + 3].Name + " введены неверные данные",
"Ошибка ввода данных");
            return false;
        }
        if (rowsumm < 0.99 || rowsumm > 1)
        {
            MessageBox.Show("В колонке " +
sourceDataGrid.Columns[column + 3].Name + " сумма значений не равна
единице", "Ошибка ввода данных");
            return false;
        }
        #endregion

```

```

        }

        break;
    #endregion
    case 2:
        break;
    }
    return true;
}
//смена шага программы
private void changeStep(stepDirection step)
{
    if (step == stepDirection.next)
    {
        switch (currentStep )
        {
            case 0://переход с первого шага на второй
                if (!transitionProbabilityGridInitiate)
initiateTransitionProbabilityGrid();
                if (!checkStepData()) return;
                this.Text = "Шаг №2";
                firstStepPanel.Visible = false;
                secondStepPanel.Visible = true;
                thirdStepPanel.Visible = false;
                fourthStepPanel.Visible = false;
                previousStepButton.Enabled = true;
                initiateSourceDataGrid();
                currentStep++;
                break;
            case 1://переход со второго шага на третий
                if (!checkStepData()) return;
                this.Text = "Шаг №3";
                this.getSourceData();
                firstStepPanel.Visible = false;
                secondStepPanel.Visible = false;
                thirdStepPanel.Visible = true;
                fourthStepPanel.Visible = false;
                currentStep++;
                break;
            case 2://переход с третьего шага на четвертый
                this.Text = "Шаг №4";
                myMath = new MathEquations(this.sourceCount,
this.pj, this.P, this.Ks, this.Kf, this.Fs, this.Ff,this.timeLimit);
                if (checkBox1.Checked)
                    { colCon++; myMath.indefinitFunc(); }
                if (checkBox2.Checked)
                    { colCon++; myMath.FAND(); }
                if (checkBox3.Checked)
                    { colCon++; myMath.FOR(); }
                if (checkBox4.Checked)
                    { colCon++; myMath.FREPL(); }
                if (checkBox5.Checked)
                    { colCon++; myMath.FNONREPL(); }
                if (checkBox6.Checked)
                    { colCon += 2; myMath.Fsf_all(); }
                firstStepPanel.Visible = false;
                secondStepPanel.Visible = false;
                thirdStepPanel.Visible = false;
                fourthStepPanel.Visible = true;
                initFinalDataGrid();

```



```

        currentStep++;
        break;
    }
}
else if (step == stepDirection.previous)
{
    switch (currentStep)
    {
        case 3:
            colCon = 0;
            this.Text = "Шаг №3";
            firstStepPanel.Visible = false;
            secondStepPanel.Visible = false;
            thirdStepPanel.Visible = true;
            fourthStepPanel.Visible = false;
            currentStep--;
            break;
        case 2:
            this.Text = "Шаг №2";
            firstStepPanel.Visible = false;
            secondStepPanel.Visible = true;
            thirdStepPanel.Visible = false;
            fourthStepPanel.Visible = false;
            currentStep--;
            break;
        case 1:
            this.Text = "Шаг №1";
            firstStepPanel.Visible = true;
            secondStepPanel.Visible = false;
            thirdStepPanel.Visible = false;
            fourthStepPanel.Visible = false;
            currentStep--;
            break;
    }
}
}

private void nextStepButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    changeStep(stepDirection.next);
}

private void previousStepButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    changeStep(stepDirection.previous);
}

private void sourceProbabilityGrid_CellValueChanged(object sender,
DataGridViewCellEventArgs e)
{
}
}
enum stepDirection { next,previous}
}

```

MathEquations (класс вычислений):

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

```

```

using System.Text;

namespace NetIntelAgent
{
    public class MathEquations
    {
        #region _____Переменные класса_____
        //Входные данные
        int sourcecount;           //количество источников
        double[] P;                //вероятности переходов при
неизвестном MS
        double[] pj;              //вероятности удачного перехода для
каждого источника
        int[][] Ks;               //Многомерный массив, содержащий
время успешного обращения к каждому источнику
        int[][] Kf;               //Многомерный массив, содержащий
время неуспешного обращения к каждому источнику
        double[][] Fs;           //Многомерный массив значений
распределения вероятностей удачного запроса для каждого источника
        double[][] Ff;           //Многомерный массив значений
распределения вероятностей неудачного запроса для каждого источника

        int Nmax;                //максимально допустимое время для
запроса

        //Выходные и промежуточные данные
        Dictionary<int, double>[] Fjs;
        Dictionary<int, double>[] Fjf;
        Dictionary<int, double>[] Fj; //плотность распределения для
каждого процесса
        int[][] Kj;              //временные последовательности для
каждого процесса

        public double[] Findef;   // распределение вероятностей при
неопределенности
        public double[] Fand;     // распределение вероятностей при
свертке по функции И
        public double[] For;      // распределение вероятностей при
свертке по функции ИЛИ
        public int[] Kindef;      // временная последовательность для
априорной неопределенности
        public int[] Kor;        // временная последовательность при
свертке по функции ИЛИ
        public int[] Kand;       // временная последовательность при
свертке по функции И
        int[][] Krepl;
        public int[] Krepl_;
        public double[] Frepl;    //распределение вероятностей при
последовательном опросе реплицированных процессов
        public double[] Fnonrepl; //распределение вероятностей при
последовательном опросе нереплицированных процессов
        public double[] Fs_all, Ff_all; //распределения вероятностей для
оценки достижимости цели
        public int[] Ks_all, Kf_all; //временные последовательности для
определения достижимости цели

        #endregion
        public double MO_indef, MO_or, MO_and, MO_replic,
MO_nonrepl, MO_Fs_all, MO_Ff_all; //Мат. ожидания
        public double PNmax_indef, PNmax_or, PNmax_and, PNmax_replic,
PNmax_nonrepl, PNmax_Fs_all, PNmax_Ff_all; //Риски
    }
}

```

```

//Конструктор, получающий входные данные из интерфейса программы
public MathEquations(int _sourcecount, double[] _pj, double[] _P,
int[][] _Ks, int[][] _Kf, double[][] _Fs, double[][] _Ff, int _Nmax)
{
    //инициализация входных данных
    sourcecount = _sourcecount;
    pj = _pj;
    Ks = _Ks;
    Kf = _Kf;
    Fs = _Fs;
    Ff = _Ff;
    P = _P;
    Nmax = _Nmax;

    //инициализация выходных и промежуточных данных
    Fjs = new Dictionary<int, double>[sourcecount];
    Fjf = new Dictionary<int, double>[sourcecount];
    Fj = new Dictionary<int, double>[sourcecount];

    KjInit();
    Fj_sf_Init();
    FjInit();
}

public MathEquations()
{
}

//инициализация массивов вида:
min(k01,k02,...k0j),...,max(k01,k02,...k0j) и
min(min(k01),...,min(k0j)),...,max(max(k01),...,max(k0j))
private void KjInit()
{
    int[][] K_buf = new int[Ks.Length][];
    int len = 0;
    for (int i = 0; i < K_buf.Length; i++)
    {
        len = Ks[i].Length + Kf[i].Length;
        K_buf[i] = new int[len];
        for (int j = 0; j < Ks[i].Length; j++)
        {
            K_buf[i][j] = Ks[i][j];
        }
        for (int j = Ks[i].Length, y = 0; j < len; j++, y++)
        {
            K_buf[i][j] = Kf[i][y];
        }
        Array.Sort(K_buf[i]);
        int[] K_buf_2 = new int[K_buf[i].Length];
        K_buf_2[0] = K_buf[i][0];
        int count = 1;
        int buf = K_buf[i][0];

        for (int j = 1; j < K_buf[i].Length; j++)
        {
            if (buf != K_buf[i][j])
            {
                buf = K_buf[i][j];
            }
        }
    }
}

```

```

        K_buf_2[count] = K_buf[i][j];
        count++;
    }
}
Array.Resize(ref K_buf_2, count);
K_buf[i] = K_buf_2;
}
Kj = K_buf;
}

//Вычисление временной последовательности при свертке по функции ИЛИ
private void KOR()
{
    int[] max = new int[Kj.Length];
    int[] min = new int[Kj.Length];
    int minMin, minMax;
    int len = 0;
    for (int i = 0; i < sourcecount; i++)
    {
        len += Kj[i].Length;
        max[i] = Kj[i].Max();
        min[i] = Kj[i].Min();
    }
    minMin = min.Min();
    minMax = max.Min();
    int[] Kbuf = new int[len];
    int pos = 0;
    for (int i = 0; i < sourcecount; i++)
    {
        Kj[i].CopyTo(Kbuf, pos);
        pos += Kj[i].Length;
    }
    Array.Sort(Kbuf);
    int[] Kbuf2 = new int[Kbuf.Length];
    Kbuf2[0] = minMin;
    Kbuf2[Kbuf2.Length - 1] = minMax;
    int buf = minMin;
    int y = 1;
    for (int j = 1; j < Kbuf.Length & y <= Kbuf2.Length - 1 & buf !=
minMax; j++)
    {
        if (Kbuf[j] != buf)
        {
            Kbuf2[y] = Kbuf[j];
            buf = Kbuf2[y];
            y++;
        }
    }
    Array.Resize(ref Kbuf2, y);
    this.Kor = Kbuf2;
}

//Вычисление временной последовательности при свертке по функции И
private void KAND()
{
    int[] max = new int[Kj.Length];
    int[] min = new int[Kj.Length];
    int maxMin, maxMax;
    int len = 0;
    for (int i = 0; i < sourcecount; i++)
    {

```

```

        len += Kj[i].Length;
        max[i] = Kj[i].Max();
        min[i] = Kj[i].Min();
    }
    maxMin = min.Max();
    maxMax = max.Max();
    int[] Kbuf = new int[len];
    int pos = 0;
    for (int i = 0; i < sourcecount; i++)
    {
        Kj[i].CopyTo(Kbuf, pos);
        pos = Kj[i].Length;
    }
    Array.Sort(Kbuf);

    int[] Kbuf2 = new int[Kbuf.Length];
    Kbuf2[0] = maxMin;
    Kbuf2[Kbuf2.Length - 1] = maxMax;
    int buf = maxMin;
    int y = 1;
    for (int j = 1; j < Kbuf.Length & y <= Kbuf2.Length - 1 & buf !=
maxMax; j++)
    {
        if (Kbuf[j] != buf && Kbuf[j] > buf)
        {
            Kbuf2[y] = Kbuf[j];
            buf = Kbuf2[y];
            y++;
        }
    }
    Array.Resize(ref Kbuf2, y);
    this.Kand = Kbuf2;
}

//Представление входных плотностей вероятности для каждого процесса
в виде коллекции с парами значений ( вероятность\время)
private void Fj_sf_Init()
{
    for (int i = 0; i < sourcecount; i++)
    {
        Fjs[i] = new Dictionary<int, double>();
        Fjf[i] = new Dictionary<int, double>();
        for (int j = 0; j < Fs[i].Length; j++)
            Fjs[i].Add(Ks[i][j], Fs[i][j]);

        for (int j = 0; j < Ff[i].Length; j++)
            Fjf[i].Add(Kf[i][j], Ff[i][j]);
    }
}

//Вычисление fj(k0j) для каждого источника
private void FjInit()
{
    if (Kj == null) this.KjInit();
    double f = 0, s = 0;
    double t = 0;
    for (int srcInd = 0; srcInd < sourcecount; srcInd++)//srcInd
индекс текущего ресурса
    {
        Fj[srcInd] = new Dictionary<int, double>();

```

```

        for (int i = 0; i < Kj[srcInd].Length; i++)
        {
            if (Fjs[srcInd].ContainsKey(Kj[srcInd][i])) s =
Fjs[srcInd][Kj[srcInd][i]];
            else s = 0;
            if (Fjf[srcInd].ContainsKey(Kj[srcInd][i])) f =
Fjf[srcInd][Kj[srcInd][i]];
            else f = 0;
            t = pj[srcInd] * s + (1 - pj[srcInd]) * f;
            Fj[srcInd].Add(Kj[srcInd][i], t);
        }
    }
}

//Вычисление распределения вероятности при априорной
неопределенности
public void indefinitFunc()
{
    if (Kindef == null) KindefDefine();
    Findef = new double[Kindef.Length];
    //Вычисление плотности вероятности при неопределенности
    for (int i = 0; i < Kindef.Length; i++)
    {
        for (int j = 0; j < sourcecount; j++)
        {
            if (Fj[j].ContainsKey(Kindef[i]))
            {
                Findef[i] += Fj[j][Kindef[i]] * P[j];
            }
        }
    }

    this.PNmax_indef = 0;
    for (int d = 0; d < Nmax && d < Findef.Length; d++)
this.PNmax_indef += Findef[d];
    this.MO_indef = 0;
    for (int d = 0; d < Findef.Length; d++) this.MO_indef +=
Findef[d] * Kindef[d];
}

//Вычисление временной последовательности для случая априорной
неопределенности
private void KindefDefine()
{
    int len = 0;
    for (int i = 0; i < Ks.Length; i++)
        len += Ks[i].Length;

    int[] K = new int[len];

    int ind = 0;
    for (int i = 0; i < Ks.Length; i++)
    {
        for (int j = 0; j < Ks[i].Length; j++)
        {
            K[ind] = Ks[i][j];
            ind++;
        }
    }
}

```

```

Array.Sort(K);
int[] K2 = new int[K.Length];
int count = 1;
int buf = K[0];
K2[0] = K[0];
for (int i = 1; i < K.Length; i++)
{
    if (buf != K[i])
    {
        buf = K[i];
        K2[count] = K[i];
        count++;
    }
}
Array.Resize(ref K2, count);
Kindex = K2;
}

//Вычисление распределения вероятности для случая свертки по функции
И
public void FAND()
{
    if (Kand == null) KAND();
    Fand = new double[Kand.Length];
    for (int i = 0; i < Kand.Length; i++)//проход по всем Kand
    {
        double F_buf;
        Fand[i] = 0;
        for (int j = 0; j < sourcecount; j++)//сумма произведений
        {
            F_buf = 1;
            for (int y = 0; y < sourcecount; y++)//произведение
элементов
            {
                if (y == j)
                {
                    if (Fj[j].ContainsKey(Kand[i])) F_buf *=
Fj[j][Kand[i]];
                }
                else
                {
                    F_buf = 0;
                    break;
                }
            }
            else
            {
                if (y < j)
                    F_buf *= Summa(Fj[y], Kj[y], Kand[i],
false);
                else
                    F_buf *= Summa(Fj[y], Kj[y], Kand[i], true);
            }
        }
        Fand[i] += F_buf;
    }

    this.PNmax_and = 0;
}

```

```

        for (int d = 0; d < Nmax && d < Fand.Length; d++) this.PNmax_and
+= Fand[d];
        this.MO_and = 0;
        for (int d = 0; d < Fand.Length; d++) this.MO_and += Fand[d] *
Kand[d];
    }

    //Вычисление распределения вероятности для случая свертки по функции
ИЛИ
    public void FOR()
    {
        if (Kor == null) KOR();
        For = new double[Kor.Length];
        for (int i = 0; i < Kor.Length; i++)//проход по всем Kor
        {
            double F_buf;
            For[i] = 0;
            for (int j = 0; j < sourcecount; j++)//сумма произведений
            {
                F_buf = 1;
                for (int y = 0; y < sourcecount; y++)//произведение
элементов
                {
                    if (y == j)
                    {
                        if (Fj[j].ContainsKey(Kor[i])) F_buf *=
Fj[j][Kor[i]];
                    }
                    else
                    {
                        F_buf = 0;
                        break;
                    }
                }
                else
                {
                    if (y < j)
                        F_buf *= (1 - Summa(Fj[y], Kj[y], Kor[i],
false));
                    else
                        F_buf *= (1 - Summa(Fj[y], Kj[y], Kor[i],
true));
                }
            }
            For[i] += F_buf;
        }
        this.PNmax_or = 0;
        for (int d = 0; d < Nmax && d < For.Length; d++) this.PNmax_or
+= For[d];
        this.MO_or = 0;
        for (int d = 0; d < For.Length; d++) this.MO_or += For[d] *
Kor[d];
    }

    //Вычисление временных последовательностей для случая
последовательного опроса реплицированных и нереплицированных источников
    public int[] _KREPL(int[][] mass_in, int count)
    {
        int[][] mass = new int[count][];
        for (int i = 0; i < count; i++)

```



```

    {
        mass[i] = mass_in[i];
    }

    int comb_count = 1;
    for (int d = 0; d < mass.Length; d++) comb_count *=
mass[d].Length;

    int[] array_index = new int[mass.Length];
    int index = 0;
    int[] ret = new int[comb_count + 1];
    int[] ret2 = new int[comb_count];
    bool next = false;
    int c;

    while (true) // выполняем бесконечный цикл
    {
        next = false; // переключение на следующую линию не требуется
        for (int it = 0; it < mass.Length; it++) // проходим по всем
блокам и составляем комбинацию
        {
            c = mass[it].Length; // кол-во комбинаций текущего блока
            if (next)
            {
                array_index[it]++;
                next = false; // если требуется переключить
следующий блок
            }
            if (array_index[it] >= c)
            {
                array_index[it] = 0;
                next = true;
            }
            ret[index] += mass[it][array_index[it]]; // добавляем
значение из блока
        }

        if (next) { break; } // если все варианты пройдены, но нужен
еще проход по последнему значению / корректировка
        array_index[0]++; // увеличиваем индекс в первом массиве
        index++; // увеличиваем индекс общего значения полученных
комбинаций
    }

    Array.Resize(ref ret, ret.Length - 1);
    Array.Sort(ret);

    int buf = ret[0];
    ret2[0] = ret[0];
    int copy_count = 1;
    for (int i = 1; i < ret.Length; i++)
    {
        if (buf != ret[i])
        {
            buf = ret[i];
            ret2[copy_count] = ret[i];
            copy_count++;
        }
    }
    Array.Resize(ref ret2, copy_count);

```

```

        return ret2;
    }

    public void KREPL_()
    {
        int count = 0;
        for (int i = 0; i < Krepl.Length; i++) count += Krepl[i].Length;
        int[] Kbuf = new int[count];
        int pos = 0;
        for (int i = 0; i < Krepl.Length; i++)
        {
            Krepl[i].CopyTo(Kbuf, pos);
            pos = Krepl[i].Length;
        }
        Array.Sort(Kbuf);

        int buf = Kbuf[0];
        int[] Kbuf2 = new int[Kbuf.Length];
        Kbuf2[0] = Kbuf[0];
        count = 1;
        for (int i = 1; i < Kbuf.Length; i++)
        {
            if (buf != Kbuf[i])
            {
                buf = Kbuf[i];
                Kbuf2[count] = Kbuf[i];
                count++;
            }
        }
        Array.Resize(ref Kbuf2, count);
        Krepl_ = Kbuf2;
    }

    private void KREPL()
    {
        Krepl = new int[this.sourcecount][];
        Krepl[0] = Kj[0];
        for (int i = 1; i < Krepl.Length; i++)
        {
            Krepl[i] = _KREPL(Kj, i + 1);
        }
    }

    //Вычисление для случая последовательного опроса реплицированных и
    //нереплицированных источников
    public double Prepl(Dictionary<int, double> f, int[] k)
    {
        double buf = 0;
        for (int i = 0; i < k.Length && k[i] <= Nmax; i++)
        {
            buf += f[k[i]];
        }
        return buf;
    }

    public double PPrepl(Dictionary<int, double>[] f, int[][] k, int
count)
    {
        double buf = 1;
        for (int i = 0; i < count; i++)
        {

```

```

        buf *= (1 - Prepl(f[i], k[i]));
    }
    return buf;
}

public double PNonrepl(Dictionary<int, double>[] f, int[][] k, int
count)
{
    double buf = 1;
    for (int i = 0; i < count; i++)
    {
        buf *= Prepl(f[i], k[i]);
    }
    return buf;
}

//Определение распределения вероятностей для случая
последовательного опроса реплицированных источников
public void FREPL()
{
    if (Krepl == null) KREPL();
    Dictionary<int, double>[] Fjbuf = new Dictionary<int,
double>[sourcecount];
    Fjbuf[0] = new Dictionary<int, double>();
    for (int i = 0; i < Krepl[0].Length; i++)
        Fjbuf[0].Add(Krepl[0][i], Fj[0][Krepl[0][i]]);

    for (int i = 1; i < Krepl.Length; i++)
    {
        Fjbuf[i] = new Dictionary<int, double>();
        for (int d = 0; d < Krepl[i].Length; d++)
        {
            double buf = 0;
            for (int j = 0; j < Krepl[i - 1].Length; j++)
            {
                if (Fj[i].ContainsKey((Krepl[i][d] - Krepl[i -
1][j])))
                    buf += Fjbuf[i - 1][Krepl[i - 1][j]] *
Fj[i][(Krepl[i][d] - Krepl[i - 1][j])];
                else
                    buf += 0;
            }
            Fjbuf[i].Add(Krepl[i][d], buf);
        }
    }

    //////////////////////////////////////
    KREPL_();
    Frepl = new double[Krepl_.Length];
    double P = 0;
    double PP = 0;
    for (int i = 0; i < Krepl_.Length; i++)
    {
        double buf = 0;
        for (int j = 0; j < this.sourcecount; j++)
        {
            if (j + 1 != this.sourcecount)
            {
                if (Fjbuf[j].ContainsKey(Krepl_[i]))
                {
                    P = Prepl(Fjbuf[j], Krepl[j]);
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        PP = PPrepl(Fjbuf, Krepl, j);
        buf += P * Fjbuf[j][Krepl_[i]] * PP;
    }
    else buf += 0;
}
else
{
    if (Fjbuf[j].ContainsKey(Krepl_[i]))
    {
        P = Prepl(Fjbuf[j], Krepl[j]);
        PP = PPrepl(Fjbuf, Krepl, j);
        buf += Fjbuf[j][Krepl_[i]] * PP;
    }
    else buf += 0;
}
}
Frepl[i] = buf;
}
double t = 0;

for (int d = 0; d < Frepl.Length; d++) t += Frepl[d];
for (int d = 0; d < Nmax && d < Frepl.Length; d++)
this.PNmax_replic += Frepl[d];
for (int d = 0; d < Frepl.Length; d++) this.MO_replic +=
Frepl[d] * Krepl_[d];
}

```

//определение распределения вероятностей для случая
последовательного опроса нереплицированных источников

```

public void FNONREPL()
{
    if (Krepl == null) KREPL();
    Dictionary<int, double>[] Fjbuf = new Dictionary<int,
double>[sourcecount];
    Fjbuf[0] = new Dictionary<int, double>();
    for (int i = 0; i < Krepl[0].Length; i++)
        Fjbuf[0].Add(Krepl[0][i], Fj[0][Krepl[0][i]]);

    for (int i = 1; i < Krepl.Length; i++)
    {
        Fjbuf[i] = new Dictionary<int, double>();
        for (int d = 0; d < Krepl[i].Length; d++)
        {
            double buf = 0;
            for (int j = 0; j < Krepl[i - 1].Length; j++)
            {
                if (Fj[i].ContainsKey((Krepl[i][d] - Krepl[i -
1][j])))
                    buf += Fjbuf[i - 1][Krepl[i - 1][j]] *
Fj[i][(Krepl[i][d] - Krepl[i - 1][j])];
                else
                    buf += 0;
            }
            Fjbuf[i].Add(Krepl[i][d], buf);
        }
    }

    //////////////////////////////////////
    KREPL();
    Fnonrepl = new double[Krepl_.Length];
}

```

```

double P = 0;
double PP = 0;
for (int i = 0; i < Krepl_.Length; i++)
{
    double buf = 0;
    for (int j = 0; j < this.sourcecount; j++)
    {
        if (j + 1 != this.sourcecount)
        {
            if (Fjbuf[j].ContainsKey(Krepl_[i]))
            {
                P = 1 - Prepl(Fjbuf[j], Krepl[j]);
                PP = PPnonrepl(Fjbuf, Krepl, j);
                buf += P * Fjbuf[j][Krepl_[i]] * PP;
            }
            else buf += 0;
        }
        else
        {
            if (Fjbuf[j].ContainsKey(Krepl_[i]))
            {
                P = 1 - Prepl(Fjbuf[j], Krepl[j]);
                PP = PPnonrepl(Fjbuf, Krepl, j);
                buf += Fjbuf[j][Krepl_[i]] * PP;
            }
            else buf += 0;
        }
    }
    Fnonrepl[i] = buf;
}
double t = 0;
for (int d = 0; d < Fnonrepl.Length; d++) t += Fnonrepl[d];
for (int d = 0; d < Nmax && d < Fnonrepl.Length; d++)
PNmax_nonrepl += Fnonrepl[d];
for (int d = 0; d < Fnonrepl.Length; d++) MO_nonrepl +=
Fnonrepl[d] * Krepl_[d];
}

```

*//Определение временных последовательностей для случая определения
достижимости цели*

```

public void Ksf_all()
{
    int len = 0;
    for (int i = 0; i < Ks.Length; i++)
        len += Ks[i].Length;

    int[] K = new int[len];

    int ind = 0;
    for (int i = 0; i < Ks.Length; i++)
    {
        for (int j = 0; j < Ks[i].Length; j++)
        {
            K[ind] = Ks[i][j];
            ind++;
        }
    }
}

```

```

Array.Sort(K);
int[] K2 = new int[K.Length];
int count = 1;

```

```

int buf = K[0];
K2[0] = K[0];
for (int i = 1; i < K.Length; i++)
{
    if (buf != K[i])
    {
        buf = K[i];
        K2[count] = K[i];
        count++;
    }
}
Array.Resize(ref K2, count);
Ks_all = K2;
////////////////////////////////////
len = 0;
for (int i = 0; i < Kf.Length; i++)
    len += Kf[i].Length;

K = new int[len];

ind = 0;
for (int i = 0; i < Kf.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < Kf[i].Length; j++)
    {
        K[ind] = Kf[i][j];
        ind++;
    }
}

Array.Sort(K);
K2 = new int[K.Length];
count = 1;
buf = K[0];
K2[0] = K[0];
for (int i = 1; i < K.Length; i++)
{
    if (buf != K[i])
    {
        buf = K[i];
        K2[count] = K[i];
        count++;
    }
}
Array.Resize(ref K2, count);
Kf_all = K2;
}
//Определение распределения вероятностей для случая определения
достижимости цели
public void Fsf_all()
{
    Ksf_all();
    Ff_all = new double[Kf_all.Length];
    Fs_all = new double[Ks_all.Length];
    for (int i = 0; i < Fs_all.Length; i++)
    {
        for (int j = 0; j < sourcecount; j++)
        {
            if (Fjs[j].ContainsKey(Ks_all[i]))
                Fs_all[i] += P[j] * pj[j] * Fjs[j][Ks_all[i]];
            else

```

```

        Fs_all[i] += 0;
    }
}
double t = 0;

for (int d = 0; d < Fs_all.Length; d++) t += Fs_all[d];
for (int d = 0; d < Nmax && d < Fs_all.Length; d++) PNmax_Fs_all
+= Fs_all[d];
for (int d = 0; d < Fs_all.Length; d++) MO_Fs_all += Fs_all[d] *
Ks_all[d];

for (int i = 0; i < Ff_all.Length; i++)
{
    for (int j = 0; j < sourcecount; j++)
    {
        if (Fjf[j].ContainsKey(Kf_all[i]))
            Ff_all[i] += P[j] * (1-pj[j]) * Fjf[j][Kf_all[i]];
        else
            Ff_all[i] += 0;
    }
}
t = 0;
for (int d = 0; d < Ff_all.Length; d++) t += Ff_all[d];
for (int d = 0; d < Nmax && d < Ff_all.Length; d++) PNmax_Ff_all
+= Ff_all[d];
for (int d = 0; d < Ff_all.Length; d++) MO_Ff_all += Ff_all[d] *
Kf_all[d];
}

// если ctrl==false, то значит сумма идет до max неключительно,при
==true включительно
private double Summa(Dictionary<int, double> F, int[] K, int max,
bool ctrl)
{
    double summa = 0;
    if (ctrl == false)
    {
        for (int i = 0; i < K.Length && K[i] < max; i++)
        {
            if (F.ContainsKey(K[i]))
                summa += F[K[i]];
            else
                summa += 0;
        }
    }
    else
    {
        for (int i = 0; i < K.Length && K[i] <= max; i++)
        {
            if (F.ContainsKey(K[i]))
                summa += F[K[i]];
            else
                summa += 0;
        }
    }
    return summa;
}
}
}

```


Список литературы

1. Першиков В. И., Савинков В. М. Толковый словарь по информатике. – М.: Финансы и статистика. 1991. – 543 с.
2. Концепция-2020: развитие образования [Электронный ресурс] // Учительская газета. <http://www.ug.ru/issues07>.
3. Концепция модернизации российского образования на период до 2010 года. – М.: АПКИПРО, 2002. – 24 с.
4. Беспалов П.В. Акмеологическая концепция развития информационно-технологической компетентности государственных служащих / П.В. Беспалов // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора педагогических наук. – М.: 2006. – 66 с.
5. Хуторской А.В. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения / А.В. Хуторской. – М.: Изд-во МГУ. 2003. – 416 с.
6. Софьина В.Н. Психолого-акмеологические основы формирования профессиональной компетентности специалистов в системе учебно-научно-производственной интеграции / В.Н. Софьина // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора психологических наук. – СПб.: 2007. – 47 с.
7. Алфеева Е.Л. Формирование информационно-аналитической компетентности в научно-исследовательской работе студентов // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Кн. 2. / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14 – 15 апреля 2010 г. Москва, НИТУ «МИСиС»)» – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 328 с. (С. 131 – 142).
8. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 230400 Информационные системы и технологии (квалификация (степень) «магистр»). Приложение. Утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 14 декабря 2009 г. № 725. – 27 с.
9. Птицына Л. К. Практика и научно-исследовательская работа. Формирование профессиональных компетенций при подготовке магистров по направлению 230400 – Информационные системы и технологии : методическое пособие / Л. К. Птицына, В. Е. Коротин, Л. П. Козлова : СПбГУТ. – СПб., 2013. – 88 с.
10. Птицына Л.К. Компетентностная модель рабочей программы дисциплины «Информационные сети» / Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы XIV Всероссийской конференции. 13 – 14 мая 2010 г. СПб. Том 1 – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 372 с. (С. 102 – 114).
11. Гурьев М. А. Ожидаемая эволюция высшего образования в условиях ускоренного развития информационных технологий (в первой четверти XXI века) // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)». – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 13 – 20).
12. Кинелёв В. Г. Роль информационных и коммуникационных технологий в обеспечении качества и доступности высшего образования // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных

статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 21 – 26).

13. Булакина М. Б., Иванников А. Д., Сигалов А. В. Федеральная система информационных образовательных ресурсов (ФСИОР) и её применение в профессиональном образовании // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 27 – 33).

14. Столяров Д. Ю., Тихонов А. Н. Актуальные тенденции внедрения автоматизированных систем управления в российских вузах // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 34 – 39).

15. Селезнёва Н. А. Комплексное внедрение информационных технологий в высшей школе как необходимое условие обеспечения нового качества образования // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 40 – 47).

16. Норенков И. П., Уваров М. Ю. Онтологии в системах создания электронных образовательных ресурсов // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 48 – 59).

17. Тихонов А. Н., Шатров А. Ф. «ИНФОРМИКАСЕРТ» система добровольной сертификации компетенции персонала, продукции и услуг организаций образования и науки в области информационно-коммуникационных технологий // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 60 – 67).

18. Свиридов А. П., Слесарева Н. А. Некоторые рекомендации концепции построения и гармонического развития системы образования на основе принципов дополненности, двойственности и «золотого сечения» для организации учебно-воспитательного процесса // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 80 – 83).

19. Очеповский А. В., Светлова В. Н. Стандартизация проектных решений при информатизации образования // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 96 – 100).

20. Лямин А. В., Скшидлевский А. А., Чежин М. С. Организация сетевого межвузовского взаимодействия в информационно-образовательной среде AcademicNT // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 111 – 115).

21. Васильев В. Н., Лисицына Л. С., Шехонин А. А. Концептуальная модель для автоматизации планирования вариативных результатов обучения и компетенций выпускника вуза // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 1 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 145 – 152).

22. Комлева Н. В. Инструментальные средства и технологии реализации адаптивного обучения в открытой среде // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 2 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 179 – 183).

23. Сингатулин Р. А., Грищенко Н. А. Применение мультиспектральных диагностических систем в виртуальной образовательной среде // Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 2 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14–15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов НИТУ «МИСиС». 2010. – 312 с. (С. 246 – 249).

24. Райкин И. Л. Методы и средства информационных технологий в разработке интегрированной информационной среды инженерного образования // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет, 2006. – 17 с.

25. Корденков Н. В. Разработка методов и моделей построения и анализа распределённой системы пунктов коллективного доступа // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.13 – Телекоммуникационные системы и компьютерные сети – М.: Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), 2006. – 17 с.

26. Артюхина А. И. Образовательная среда высшего учебного заведения как педагогический феномен (на материале проектирования образовательной среды медицинского университета) // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.08 – Теория и методика профессионального образования – Волгоград: Волгоградский государственный педагогический университет, 2006. – 32 с.

27. Гребнев А. Н. Разработка методов самоорганизации коммуникационных информационных систем в научно-образовательной среде // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) – Ижевск: ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет», 2007. – 16 с.

28. Дмитриева В. В. Разработка распределённой информационной научно-образовательной среды «Электрофизика» // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям) – М.: Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ), 2012. – 16 с.

29. Багачук А. В. Научно-образовательная среда педагогического вуза как условие формирования готовности будущих учителей к исследовательской деятельности // Вестник томского государственного педагогического университета. Педагогика и методика высшей школы, № 2, 2012. – С. 58 – 61.

30. ANSYS – Simulation Driven Product Development. www.ansys.com.

31. ABAQUS. Инженерные программы. ТЕСИС. www.tesis.com.ru/software/abaqus.

32. DEFORM. Инженерные программы. ТЕСИС. www.tesis.com.ru/software/defor.

33. Краткое техническое описание FlowVision. www.flowvision.ru/index.php.

34. Ильченко О.А. Организационно-педагогические условия разработки и применения сетевых курсов в учебном процессе: (На примере подготовки специалистов с высшим образованием) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.08 – Теория и методика профессионального образования – М.: Московская государственная технологическая академия, 2002. – 22 с.

35. Зайцева Ж. Н., Солдаткин В. И. Генезис виртуальной образовательной среды на основе интенсификации информационных процессов современного общества Информационные технологии. 2000. №3. С. 44-48.

36. Основы открытого образования. Под ред. В. И. Солдаткина. – Т.1. –Российский институт открытого образования. – М.: НИИЦ РАО, 2002. – 676 с.

37. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации. [Электронный ресурс]. www.scrf.gov.ru/Documents/Decree/2000/09-09.

38. Птицына Л. К., Толстов В. Г. Отражение атак методом принудительного кеширования // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: Материалы XVII Международной научно-методической конференции. Том 1. 11 – 12 февраля 2010 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 297 с. (С. 110 – 112).

39. Птицына Л. К., Птицын А. В. Преодоление неопределенности относительно динамических профилей комплексных систем защиты информации // Сборник научных

трудов XII Международного симпозиума по непараметрическим методам в кибернетике и системном анализе «Непараметрика '10», Часть X, Красноярск: Издательство Сибирского государственного аэрокосмического университета им. ак. М. Ф. Решетнева, 2010. – С. 49 – 54.

40. Птицына Л. К., Птицын А. В. Преодоление неопределенности относительно динамических профилей комплексных систем защиты информации / Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М. Ф. Решетнева Выпуск 5 (31) (по материалам XII Международного симпозиума по непараметрическим методам в кибернетике и системном анализе) Красноярск. – 2010. – С. 154 – 156.

41. Птицына Л. К., Птицын А. В. Определение динамических характеристик распределенных систем защиты информации / Научно-технические ведомости СПбГПУ, Наука и образование 4(110) 2010. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та. 2010. – С. 284 – 288.

42. Птицын А. В., Птицына Л. К. Формализация оценки эффективности комплексных систем защиты информации в телекоммуникациях // Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения): Материалы X Международной научно-практической конференции (1 апреля 2011 г.) Санкт-Петербург. Т. 2. – СПб.: Изд-во МБИ. 2011. – 213 с. (С. 200 – 203).

43. Птицына Л. К., Птицын А. В. Формализация определения динамических профилей комплексных систем защиты информации // Межвузовский сборник научно-методических трудов под общей редакцией д.т.н., профессора М. М. Благовещенской. М.: МИРЭА. 2011. – С. 21 – 26.

44. Птицына Л. К., Птицын А. В. Аналитическое ядро динамического профиля параллельной идентификации угроз для образовательных программ по защите информации // Дистанционное и виртуальное обучение. № 4(46) апрель 2011. – М.: Издательство СГУ. 2011. – 109 с. (С. 76 – 86).

45. Птицына Л. К., Птицын А. В. Расширение возможностей объектно-ориентированного анализа для обеспечения управляемого качества комплексных систем защиты информации // Информационные технологии в проектировании и производстве. № 2. 2011. – С. 55 – 60.

46. Птицын А. В., Птицына Л. К. Генерация системно-аналитического ядра безопасных информационных технологий / СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. – 263 с.

47. Птицына Л. К., Пахомов Д. И. Исследование систем управления кэшированием информации при отражении атак // XI Неделя науки СПбГПУ: материалы международной научно-практической конференции. Часть VIII. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. – 184 с. (С. 44 – 45).

48. Птицына Л. К., Птицын А. В. Генерация математического обеспечения систем управления кэшированием информации при отражении атак // Решетневские чтения: материалы XV Междунар. науч. конф., посвящ. памяти генер. конструктора ракет.-космич. систем акад. М.Ф. Решетнева (10-12 нояб. 2011, г. Красноярск): в 2ч. / под общ. ред. Ю. Ю. Логинова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. – Красноярск, 2011. – Ч. 2. 412 с. (С. 634 – 636).

49. Птицына Л. К., Птицын А. В. Мониторинг состояния и анализ информационной безопасности крупномасштабных вычислительных сетей образовательных сред // Информационная безопасность в открытом образовании: сб. тр. участников IV всероссийской науч.-практ. конф. / под общ. ред.: Г.Н. Чусавитиной, Л.З. Давлеткиреевой. – Магнитогорск: МаГУ, 2011. – 160 с. (С. 43 – 47).

50. Птицына Л. К., Птицын А. В. Инновационное расширение образовательных технологий по информационной безопасности // Новые информационные технологии в образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 13 – 16 марта 2012 г. // ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2012. 538 с. (С. 262 – 264).

51. Птицына Л. К., Птицын А. В. Инновации в технологии преподавания дисциплин по информационной безопасности // Актуальные проблемы экономики и новые технологии преподавания (Смирновские чтения): Материалы XI Международной научно-практической конференции (16 марта 2012 г.) Санкт-Петербург. Т. 1. – СПб.: Изд-во МБИ. 2012. – 170 с. (С. 89 – 90).

52. Птицына Л. К., Птицын А. В. Интеллектуальный мониторинг вычислительных сетей // Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы Всероссийской научно-методической конференции. Санкт-Петербург. Т. 1. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2012. – 126 с. (С. 103 – 104).

53. Птицын А. В., Птицына Л. К. Интеллектуальный мониторинг состояния и анализ информационной безопасности крупномасштабных гетерогенных сетей // Электронное научное издание «Актуальные инновационные исследования: наука и практика». Технические науки. 2012. №2. – 8 с.

54. Птицын А.В., Птицына Л.К. Аналитическое моделирование комплексных систем защиты информации. – Гамбург. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 293 с.

55. Птицына Л. К., Птицын А. В. Объектно-ориентированный анализ интеграции средств защиты информации // Вопросы защиты информации. № 1. 2013. – М.: Изд-во ВИМИ. 2013. – С. 79 – 86.

56. Птицына Л. К. Проектирование инновационных технологий образования // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: Материалы XVII Международной научно-методической конференции. Том 1. 11 – 12 февраля 2010 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 297 с. (С. 41 – 43).

57. Птицына Л. К. Инновационное системно-аналитическое наполнение информационных технологий для обеспечения нового качества высшего политехнического образования по направлениям технической кибернетики. Аналитический доклад / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14 – 15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 36 с.

58. Птицына Л. К., Власов С. Н. Научные достижения в области разработки математического обеспечения интеллектуальных информационных агентов для формирования нового качества высшего политехнического образования. Лекция-доклад / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования (14 – 15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 52 с.

59. Птицына Л. К., Шикун Д. А. Математическое обеспечение информационной технологии повышения качества функционирования сетевых инфраструктур на базе локального интерфейса управления / Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования. Сборник научных статей. Книга 3 / Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Информационные технологии в обеспечении нового качества высшего образования

(14 – 15 апреля 2010 г., Москва, НИТУ «МИСиС»)). – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 264 с. (С. 184 – 187).

60. Птицына Л. К. Математическое обеспечение интеллектуальных информационных агентов / Материалы 9-ой Международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». – СПб.: 2010. – 9с.

61. Птицына Л. К., Хохров А. С. Математическое обеспечение параллельной обработки информации при локальном интерфейсе управления в сетях / Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы XIV Всероссийской конференции. 13 – 14 мая 2010 г. СПб. Том 1 – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 372 с. (С. 114 – 119).

62. Птицына Л.К., Соколова Н.В. Программное обеспечение компьютерных сетей. Моделирование механизмов синхронизации параллельных вычислительных процессов в системах мониторинга и управления: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 213 с.

63. Птицына Л. К., Новожилова Е. В. Исследование и разработка методов и средств интеллектуального управления сетевыми ресурсами // Сборник научных трудов XIV Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», Часть X, СПб.: Издательство Политехнического университета, 2010. – 291 с. (С. 130 – 131).

64. Птицына Л. К., Хохров А. С. Системно-аналитическое наполнение локального интерфейса управления трактом связи при параллельной обработке результатов передачи контрольных кадров / Сборник научных трудов XIV Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», Часть 2, СПб.: Издательство Политехнического университета, 2010. – 291 с. (С. 132 – 136).

65. Птицына Л. К., Хмелев С. В. Формализация процессов проектирования интеллектуальных интерфейсных агентов для CRM-систем // Материалы международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в образовании (НИТО-Байкал) (12 – 14 июля 2010 г.), Улан-Удэ – Улан-Удэ: Издательство ФГОУ ВПО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Р. Филиппова», 2010. – С. 104 – 106.

66. Птицына Л.К., Власов С.Н. Метод свободного объединения процессов при синхронизации действий интеллектуальных агентов в условиях неопределенности // Материалы Международной научно-практической интернет-конференции «Информационные технологии в науке и образовании» и IV Всероссийского семинара «Применение Moodle в сетевом обучении» / редкол. А.Э. Попов [и др.]. – Шахты, 2010. 221 с. (С.64-65).

67. Птицына Л. К., Дубовик Е. С. Исследование и разработка интеллектуальных интерфейсных агентов на основе теории исследования операций // XXXIX Неделя науки СПбГПУ: материалы международной научно-практической конференции. Часть VIII. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2010. – 176 с. (С. 34 – 36).

68. Птицына Л. К., Власов С. Н. Системно-аналитический подход к преодолению априорной неопределенности в информационном пространстве // XXXIX Неделя науки СПбГПУ: материалы международной научно-практической конференции. Часть VIII. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2010. – 176 с. (С. 36 – 38).

69. Птицына Л. К., Власов С. Н. Развитие формализаций для проектирования интеллектуальных агентов / Вычислительные, измерительные и управляющие системы: сборник научных трудов / под ред. Ю.Б. Сениченкова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 107 с. (С. 65 – 74).

70. Птицына Л. К., Райс С. В. Модели описания и оценки эффективности управления контентом в распределённых системах // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы XVIII Международной научно-методической конференции. Том 2. 17 – 18 февраля 2011 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2011. – 138 с. (С. 124 – 125).

71. Птицына Л. К., Власов С. Н. Разработка и анализ моделей поведения интеллектуальных информационных агентов в гетерогенной сети при априорной неопределённости // Промышленные АСУ и контроллеры. № 6. – М.: Изд-во Научтехлитиздат, 2011. – С. 33 – 37.

72. Птицына Л. К., Дубовик Е. С. Аналитико-программный комплекс для анализа динамических профилей деятельности интеллектуальных информационных агентов // XL Неделя науки СПбГПУ: материалы международной научно-практической конференции. Часть VIII. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. – 184 с. (С. 46 – 47).

73. Птицына Л. К. Развитие системно-аналитического ядра агентных технологий в образовательных программах магистратуры // Современное образование: новые методы и технологии в организации образовательного процесса: материалы междунар. научн.-метод. конф., 31 января – 1 февраля 2013 г., Россия, Томск. – Томск : Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2013. – 305 с. (С. 56 – 57).

74. Птицына Л. К., Птицын А. В. Системно-аналитическое обеспечение локального интерфейса управления трактом связи // Телекоммуникации. № 2. 2013. – М.: Изд-во «Наука и технологии». 2013. – С. 9 – 14.

75. Птицына Л. К. Моделирование систем. Система моделирования локального интерфейса управления в сетях коммутации кадров : учебное пособие / Л. К. Птицына: – СПбГУТ. – СПб., 2013. – 85 с.

76. Птицына Л. К., Птицын А. В. Развитие системно-аналитического обеспечения локального интерфейса управления трактом связи // Телекоммуникации. № 11. 2013. – М.: Изд-во «Наука и технологии». 2013. – С. 3 – 11.

77. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Разработка и анализ моделей управления крупногранулярными процессами в гетерогенных сетях // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы XVIII Международной научно-методической конференции. Том 2. 17 – 18 февраля 2011 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2011. – 138 с. (С. 125 – 126).

78. Птицына Л.К., Смирнов Н. Г. Инновации в сопровождении образовательных технологий по программному обеспечению компьютерных сетей // «Современное образование: технические университеты в модернизации экономики России»: Материалы Международной научно-методической конференции. 27 – 28 января 2011 г. Томск. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2011. – 358 с. (С. 99 – 100).

79. Птицына Л. К. Программное обеспечение компьютерных сетей. Управление крупно-гранулярными процессами на основе языка VPEL: учеб. пособие / Л. К. Птицына, Н. Г. Смирнов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 106 с.

80. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Системно-аналитическая основа интеграции сервис-ориентированных средств // Промышленные АСУ и контроллеры. № 5. – М.: Изд-во Научтехлитиздат, 2011. – С. 31 – 36.

81. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Генерация математического обеспечения систем интеграции многокомпонентных сервис-ориентированных средств // Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах: материалы XV Всероссийской конференции. Том 1. 12 – 13 мая 2011 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2011. – 99 с. (С. 38 – 39).

82. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Системно-аналитический базис интеграции асинхронных сервисов в информационных сетях // Сборник научных трудов XV Международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», Часть 2, 29 июня – 1 июля 2011 года. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. – 313 с. (С. 152 – 154).

83. Птицына Л. К., Смирнов Н. Г. Разработка и анализ моделей интеграции сервис-ориентированных средств в гетерогенных сетях // Научно-технические ведомости СПбГПУ 6.1 (138)/2011. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та. 2011. – С. 71 – 81.

84. Птицына Л. К., Власов С. Н. Анализ подходов к оптимизации функционирования механизмов синхронизации действий интеллектуальных агентов // Всероссийские научные Зворыкинские чтения – II. Сборник тезисов докладов Всероссийской межвузовской научной конференции «Наука и образование в развитии промышленной, социальной и экономической сфер регионов России», «Регионы России – 2010». 5 февраля 2010 года. Муром. – Муромский институт Владимирского государственного университета. 2010. – 771с. (С. 128 – 130).

85. Птицына Л. К. Расширение границ сферы действия аналитического моделирования в жизненном цикле программного обеспечения компьютерных сетей // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: Материалы XVII Международной научно-методической конференции. Том 1. 11 – 12 февраля 2010 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 297 с. (С. 103 – 106).

86. Птицына Л. К., Тараканов А. А. Методы и средства управления ансамблями транзакций в распределенных системах // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: Материалы XVII Международной научно-методической конференции. Том 1. 11 – 12 февраля 2010 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 297 с. (С. 107 – 109).

87. Птицына Л. К., Масюк А. А. Управление конфигурацией программных систем в распределенной вычислительной среде на базе интеллектуальных информационных агентов // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: Материалы XVII Международной научно-методической конференции. Том 1. 11 – 12 февраля 2010 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 297 с. (С. 118 – 120).

88. Птицына Л. К. Расширение границ сферы действия аналитического моделирования в жизненном цикле программного обеспечения компьютерных сетей / Межвузовский сборник научно-методических трудов под общей редакцией д.т.н., профессора М. М. Благовещенской. М.: МИРЭА. 2010. – С. 35 – 38.

89. Птицына Л. К., Киселев В.О. Гетерогенные агентные системы для управления клиентскими профилями в информационных сетях // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы XVIII Международной научно-методической конференции. Том 2. 17 – 18 февраля 2011 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2011. – 138 с. (С. 123 – 124).

90. Птицына Л. К., Вилежанинов В. С. Модели и методы интеграции синхронизационных ограничений при распределенной обработке информации // Новые информационные технологии в образовании: материалы междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 1-4 марта 2011 г.: в 2 ч.// ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2011. Ч.2. 290 с. (С. 222).

91. Птицына Л. К., Киселев В. О. Формализация процессов проектирования подсистем управления клиентскими профилями // Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах: материалы XV Всероссийской конференции. Том 1. 12 – 13 мая 2011 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2011. – 99 с. (С. 76 – 77).

92. Птицына Л. К., Здасюк Д. В. Организация и поддержка распределённых вычислений в системе виртуальных машин беспроводной локальной сети // XL Неделя науки СПбГПУ: международной научно-практической конференции. Часть VIII. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. – 184 с. (С. 45 – 46).

93. Птицына Л. К. Нейроформализация в образовании распределённого вычислительного интеллекта сетевых инфраструктур // Инфокоммуникационные технологии в инновациях, медико-биологических и технических науках: сборник научных трудов Пятого международного научного конгресса «Нейробиотелеком-2012». – СПб.: Политехника, 2012. – 308 с. (С. 55 – 57).

94. Рухляда И. В. Квалификационные характеристики и методики их составления для специалистов сферы IT-услуг // Кадровик. Кадровое делопроизводство, № 6, 2011. – С. 141 - 147.

95. Рухляда И. В. Профессиональные стандарты в сфере информационных технологий // Кадровик. Кадровый менеджмент (управление персоналом), № 6, 2012. – С. 90 – 97.

96. Рухляда И. В. Организация труда и формирование квалификационных требований к специалистам в сфере информационных технологий // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм) – М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт труда и социального страхования», 2011. – 27 с.

97. Птицына Л. К. Формирование компетенций при научно-исследовательской работе студентов // Новые информационные технологии в образовании: материалы VI междунар. науч.-практ. конф., Екатеринбург, 12 – 15 марта 2013 г.: // ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т». Екатеринбург, 2013. – 390 с.

98. Птицына Л. К., Шеховцов И. И. Анализ и выбор средств виртуализации инфраструктур // XL Неделя науки СПбГПУ: материалы международной научно-практической конференции. Часть VIII. СПб.: Издательство Политехнического университета, 2011. – 184 с. (С. 43 – 44).

99. Птицына Л. К., Шеховцов И. И. Формализация выбора системы виртуализации клиент-серверной архитектуры // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах: Материалы Международной научно-методической конференции. Том 1. 9 – 10 февраля 2012 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2012. – 190 с. (С. 175 – 177).

100. Птицына Л. К., Птицын А. В. Формализация выбора систем виртуализации для образовательных программ по корпоративным информационным системам // Дистанционное и виртуальное обучение, №8 август 2012. С. 4 – 14.

101. Птицына Л. К., Пашкова Л.С. Сравнительный анализ систем биллинга // Техника и технологии: роль в развитии современного общества : Материалы международной научно-практической конференции. 23 апреля 2013 г. : Сборник научных трудов. – Краснодар: Научно-издательский центр АПРИОРИ, 2013. – 196 с. (С. 141 – 144).

102. Птицына Л. К., Пашкова Л.С. Выбор эффективной системы биллинга // Международный научно-исследовательский журнал. Часть 1. 4(11). Сборник по

результатам XIV заочной научной конференция Research Journal of International Studies, 2013. – 141 с. (С. 111 - 116).

103. Птицына Л. К., Птицын А. В., Пашкова Л. С. Многопрофильный сравнительный анализ систем биллинга // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки [Электронный ресурс]. 2013. № 1. С. 1 – 10. <http://apriori-journal.ru/serial1/1-2013/Ptitsina.pdf>.

104. Птицына Л.К., Шестаков С.М. Информационные сети. Интеллектуальные информационные агенты: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 210 с.

105. Птицына Л. К., Хмелев С. В. Планирование действий в архитектуре интеллектуальных интерфейсных агентов // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в образовании и науке: Материалы XVII Международной научно-методической конференции. Том 1. 11 – 12 февраля 2010 года. Санкт-Петербург. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2010. – 297 с. (С. 116 – 118).

106. Птицына Л. К., Птицын А. В. Объектно-ориентированный анализ достижимости целей программными интеллектуальными агентами // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. II –я Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. научных статей / под ред. С. М. Доценко, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич, Л. М. Минаков. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2013. – 1291 с. (С. 636 – 640).

Птицына Лариса Константиновна
ТЕХНОЛОГИИ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СРЕД

Учебное пособие

Редактор

План 2014 г., п. _

Подписано к печати __.__.2014
Объем 4,94 усл.-печ. л. Тираж 100 экз. Заказ ____

Издательство СПбГУТ. 191186 СПб., наб. р. Мойки, 61
Отпечатано в