

УДК 378.14:004.78

**М. Б. ГУЗАИРОВ, В. В. МАРТЫНОВ, В. И. РЫКОВ****МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ  
И ПОДГОТОВКОЙ СПЕЦИАЛИСТОВ  
В ОБЛАСТИ CALS/ИПИ-ТЕХНОЛОГИЙ**

Предлагается подход, при котором промышленность, сфера научных исследований и вуз считаются партнерами, реализующими взаимные документированные требования. Описывается методика управления научными исследованиями и подготовкой специалистов в области CALS/ИПИ-технологий, основанная на применении инструментального принципа к управлению информационными процессами в рамках объектного подхода. Базисом методологии является последовательное применение средств управления жизненным циклом информационных проектов. Понятия и методология управления жизненным циклом информационных проектов распространяются на сферу научных исследований и задач обучения и переобучения специалистов в области CALS/ИПИ-технологий. *Управление информационными проектами; жизненный цикл; CALS-(ИПИ-) технологии*

**ВВЕДЕНИЕ**

Предлагается подход, при котором промышленность, сфера научных исследований и вуз считаются партнерами, реализующими взаимные документированные требования. Описывается методика управления научными исследованиями и подготовкой специалистов в области CALS/ИПИ-технологий, основанная на применении инструментального принципа к управлению информационными процессами в рамках объектного подхода. Базисом методологии является последовательное применение средств управления жизненным циклом информационных проектов. Понятия и методология управления жизненным циклом информационных проектов распространяются на сферу научных исследований и задач обучения и переобучения специалистов в области CALS/ИПИ-технологий.

Одной из эффективных идей бизнеса является поддержка жизненного цикла (ЖЦ) продукции от первичных маркетинговых исследований потенциального рынка сбыта до утилизации отработавших свой срок изделий. Наиболее естественной областью для внедрения данной идеи является решение задачи непрерывного информационного сопровождения ЖЦ. В своем развитии дан-

ная технология получила название CALS или ИПИ (Информационная Поддержка процессов жизненного цикла Изделий). В промышленности концепция CALS определяется следующим образом:

*CALS — концепция, объединяющая принципы и технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях. Концепция основана на использовании интегрированной информационной среды (единого информационного пространства), обеспечивающей единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции (включая государственные учреждения и ведомства), поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала. Методы концепции реализованы в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными [1].*

Из определения видно, что целью CALS-процессов является решение задач информационного обмена между участниками ЖЦ и взаимное понимание управленческого аспекта технологий проектирования и обработки изделий.

Работа выполняется в рамках ведомственной научной программы «Развитие научного потенциала высшей школы» в 2005–2006 гг., проекты: «Разработка концепции комплексной подготовки специалистов в области CALS-технологий и ее апробация на базе УГАТУ» и «Разработка технологии согласованного управления информационными ресурсами сферы образования и науки на базе информационных моделей в области ИПИ-(CALS-)технологий».

В индустрии программного обеспечения CALS-технология развивается под именем ALM (Application Lifecycle Management) — сопровождение жизненного цикла информационных приложений.

Базисной проблемой информационной индустрии является неизбежное изменение точки зрения потребителя программного продукта на свойства и задачи конкретных компьютерных приложений после их внедрения в производственный процесс (проблема автоматизации производственных и управленческих процессов). Внедрение компьютерного приложения обычно меняет методику и (или) технологию выполнения указанных процессов. Основной задачей технологии ALM является динамическое согласование взаимных требований участников ЖЦ информационного изделия. Данный процесс позволяет решить проблему сближения позиций участников процесса за счет нескольких итераций.

Проблема взаимопонимания между заказчиками и исполнителями информационных изделий усложняется за счет использования в информационной индустрии объектно-ориентированной технологии моделирования предметной области. Требования к объектной направленности языка при описании информационных процессов вытекают из единственно эффективной в настоящее время объектно-ориентированной технологии реализации информационных проектов.

Задача моделирования бизнес-процессов является основным инвариантом CALS [4]. Принятая в промышленном стандарте CALS-методология моделирования бизнес-процессов IDEF0 носит функциональный характер и неприменима в информационных проектах [2]. Выходом явилось применение объектного языка моделирования UML (Unified modeling language) [3]. Задачей UML является разработка информационных моделей, понятных как заказчику, так и исполнителю информационных проектов. В настоящее время UML является стандартом де-факто информационной индустрии.

Эпоха массового применения компьютеров, средств телекоммуникаций и вычислительных сетей определяет информационные ресурсы как одну из основных сфер приложения труда.

Производительность труда в современном информационном укладе производства существенно зависит от уровня технологии управления и техники обработки информации. Как следствие, затраты на повышение эффектив-

ности деятельности работников информационной сферы являются наиболее окупаемыми.

Высокая динамика и темпы развития техники и технологий области обработки информации накладывают особые требования к сфере научных исследований, обучения и переподготовки специалистов в области информационных и особенно CALS-технологий.

Очевидно, что задачи организации и согласованного управления процессами в сфере обучения и научной сфере носят информационный характер. Формулировка указанных задач как информационных проектов позволит применить к их решению развитый методологический и инструментальный аппарат технологии ALM.

CALS/ИПИИ-методология доказала свою высокую эффективность при решении задач повышения оптимизации бизнес-процессов. Применяя одну из наиболее мощных в технологии обработки информации рекурсивную методологию, рассмотрим вопросы методики управления научными исследованиями и подготовкой специалистов в области CALS-технологий средствами ALM (CALS-технологий в сфере управления информационными проектами).

Одной из важнейших базовых CALS-технологий является задача управления проектами. В информационной индустрии это одна из наиболее развитых областей. Технология RUP (Rational Unified Process), РУП (Рациональный Унифицированный Процесс) в российской интерпретации, предлагаемая фирмой IBM-Rational, содержит методологическое и инструментальное обеспечение для сопровождения ЖЦ информационного изделия [5]. Обзор инструментальных средств РУП приводится в работе [6].

### СОГЛАСОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ

Процедура согласования требований к результатам проекта в рамках РУП имеет итерационный характер. Каждая итерация содержит следующие шаги:

- формирование требований стороной заказчика;
- истолкование указанных требований стороной исполнителя;
- формирование плана действий по реализации требований заказчика;
- согласование с заказчиком предполагаемых результатов.

Исполнитель приступает к работе только после согласия заказчика с предполагаемыми результатами проекта.

Рассмотрим методику применения системы моделирования IBM-Rational Rose для определения участников проекта и решения задачи формирования пакета взаимных требований сфер науки, производства и обучения [7].

Взаимные требования указанных сфер деятельности можно представить в следующем виде:

**Наука** (как наука видит требования вуза и производства):

- требования производства к науке (НИОКР, конкретные программы исследований);
- требования вуза к науке (лаборатории и спецкурсы).

**Вуз** (как вуз видит требования производства и науки):

- требования производства к выпускнику высшей школы (подготовка специалистов, повышение квалификации);
- требования науки к выпускнику высшей школы (подготовка специалистов, повышение квалификации).

Для определенности рассмотрим проект формирования учебного плана вуза при обучении специалистов в области CALS-технологий целевым назначением для конкретного производства. Остальные взаимные требования реализуются аналогичным образом. Описание взаимодействия этапов проекта, реализующего жизненный цикл указанной задачи, проиллюстрировано на диаграмме активности UML (рис. 1).

Приведем имена соответствующих пакетов РУП и содержание требований, принадлежащих данным пакетам. Для указания, что данный пакет принадлежит проекту Requisite Pro, имя пакета содержит аббревиатуру R — сокращение от Rose.

### Этап моделирования

Реализуется средствами программы Rational Rose. Организационной основой технологии моделирования в Rose является пакет. Заголовки обозначают имена пакетов, в которых хранятся соответствующие требования.

#### R Когнитивные компетенции

Пакет «Когнитивные компетенции» представляет собой комплексную информационную модель знаний, навыков и умений специ-

алиста с точки зрения оптимальной реализации соответствующих должностных инструкций. Модель формируется всеми средствами UML для USE CASE моделей. В пакете содержатся требования к вузу.

#### R Требования к специалисту

В данном пакете описывается методика и содержание обучения. Блок содержит описание всех знаний и умений выпускника вуза, организованных в учебные единицы [8]. Предполагается, что требования разбиты на блоки — темы. Для каждой темы выделяется свой пакет.

Требуемые в промышленности конечные знания специалиста являются на самом деле вершиной айсберга его базисных знаний. Для того чтобы выпускник вуза овладел теми или иными конкретными знаниями, умениями и навыками, требуется предварительная подготовка студента в фундаментальных областях знаний. Более того, для эффективного использования выпускника вуза, поступившего на работу, требуется обычно определенная специализация. Базовые знания выпускника должны обеспечивать возможность указанной специализации, но в требованиях производства они не присутствуют.

#### R Облик абитуриента

Пакет описывает стартовые знания абитуриента вуза. Именно на эти предварительные знания опирается вузовская программа.

Особенное значение содержания указанного блока оказывает влияние на методику и содержание обучения при переподготовке или повышении квалификации специалиста.

#### R Обучение — облик специалиста

Пакет хранит требования к организации учебного процесса — учебный план. Учебный план содержит перечень и структуру дисциплин, реализующих требования к специалисту конкретной специальности. Базисом для учебного плана являются требования ГОС. Требования к специалисту, в зависимости от требований ГОС и точки зрения вуза на технологию обучения специалиста конкретной специальности, могут быть реализованы набором отдельных специальностей.

#### УПРАВЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЯМИ

Процесс управления требованиями служит для согласования точек зрения партнеров на методы обучения (в данном приме-

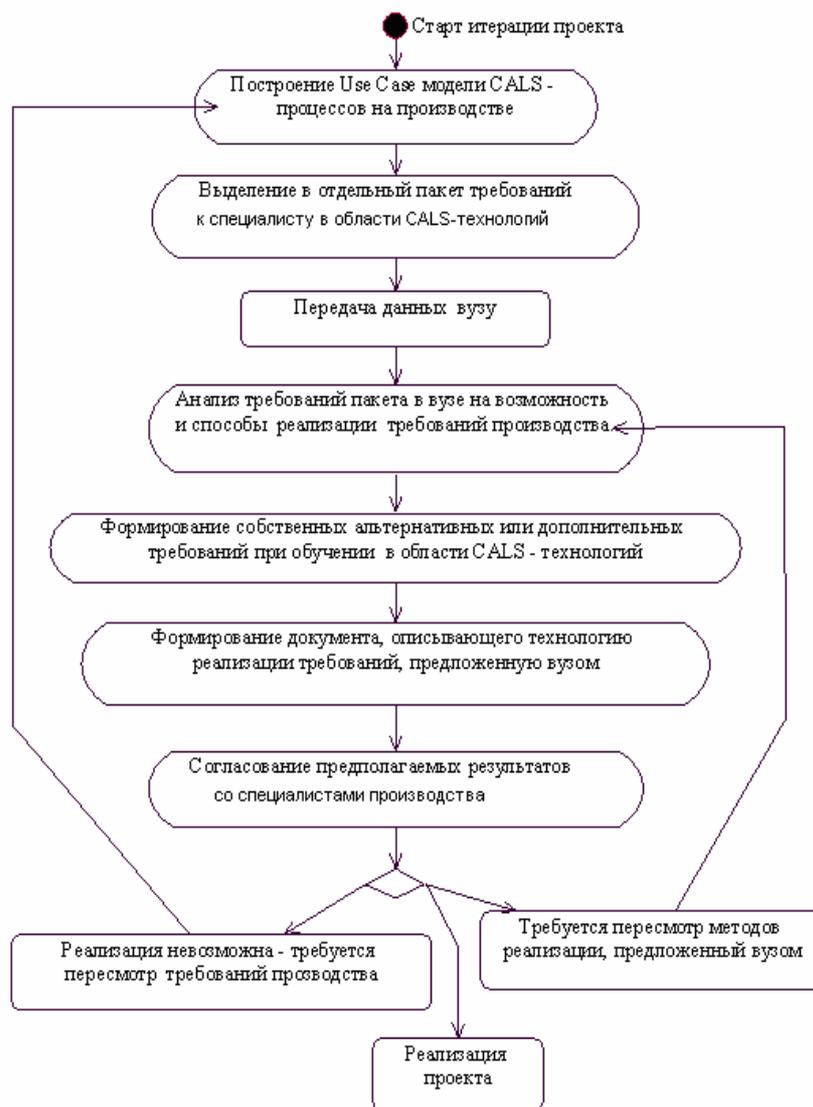


Рис. 1

ре) и итоговый облик специалиста конкретной специальности, обученного для работы в конкретных условиях, определяемых заказом промышленности (предприятия).

Процесс управления требованиями содержит следующие этапы (табл. 1).

Управление требованиями осуществляется в рамках идеологии РУП средствами программы Requisite Pro.

Пакеты требований, сформированные и сформулированные средствами Rational Rose, копируются в проект Requisite Pro. Для обеспечения процедуры взаимного согласования требований между заинтересованными сторонами пакеты содержат Word-файлы определенной структуры, отражающей содержание пакета и задающей структуру указанной процедуры. Все файлы рассчитаны на использование графических UML материалов.

Для указания, что данный пакет принадлежит проекту requisite Pro, имя пакета содержит аббревиатуру RQ – сокращение от Requisite Pro.

### RQ Когнитивные компетенции

Хранится копия содержания пакета «R Когнитивные компетенции» в терминах программы Requisite Pro.

Пакету соответствует Word-файл «Когнитивные компетенции», описывающий структуру данных требований. Структура файла является референтной моделью требований заказчика. Основной особенностью документа является то, что он описывает требования производства к специалисту с точки зрения вуза. Документ решает стандартную задачу ИПИ – формирования единого понимания

Таблица 1

Наименование этапа	Назначение этапа
1. Когнитивные компетенции	В терминах программы Requisite Pro описываются требования к знаниям, умениям, навыкам специалиста в области его производственной компетенции
2. Облик абитуриента	Оценивается стартовая компетенция абитуриента для обучения в вузе или компетенция специалиста при повышении квалификации
3. Требования к специалисту	Сумма требований к студенту или специалисту при повышении квалификации в процессе обучения и заключительных испытаниях
4. Обучение – облик специалиста	Описание компетенции выпускника

одной и той же проблемы специалистами разных предметных областей.

Документ содержит описание задач, которые будет решать требуемый специалист. Сущность этих задач, как задачи возникли, как они решались ранее и как предполагается их решать в дальнейшем. Излагается истолкование требований к специалисту, как их понял представитель вуза, рассматриваются предварительные предложения вуза по комплексу знаний выпускника, идущего работать на данное производство. Далее приводится истолкование требований, включающее, кроме текста, диаграммы UML.

Специалисты производства выполняют оценку потребности предлагаемых вузом решений. Далее приводится оценка реальности, выполнимости и возможности развития указанных решений. Оканчивается документ анализом нескольких, наиболее важных с точки зрения производства, возможностей требуемого специалиста.

### RQ Облик абитуриента

В случае обучения специалиста, начиная со школьной скамьи, содержание пакета копирует требования к абитуриенту и описывает стартовый уровень процесса обучения. В отдельных случаях могут выделяться пакеты особых требований – отклонений, и тогда необходимо в учебном плане предусмотреть наличие групп выравнивания. Анализ стартовых требований и формирование пакета «Облик абитуриента» проводятся специалистами вуза, и отдельных процедур согласования точек зрения в данном случае не требуется.

### RQ Требования к специалисту

Содержание пакета согласованно определяется из следующих источников:

- требования производства к специалисту;
- требования ГОС к облику специалиста;
- требования и ограничения педагогики и технологий обучения к форме и структуре педагогического процесса;
- стартовые знания и умения абитуриента.

Таблица 2

Наименование раздела	Назначение раздела
1. Позиционирование	Описывается место специалиста в рамках функционала использования CALS-технологий на производстве
2. Деловые преимущества	Оцениваются производственные и рыночные выгоды предприятия при внедрении передовых информационных технологий
3. Определение позиции выпускника	Описывается позиция выпускника на рынке труда
4. Демография рынка	Мотивирование трудоустройства молодых специалистов конкретной специализации
5. Сведения о заинтересованных лицах	Перечень и описание организаций, заинтересованных в обучении специалистов данной специальности
5. Профили заинтересованных лиц	Описание влияния на учебный процесс и уровня взаимодействия с конкретным типом заинтересованного лица
6. Профили работодателей	Описание каждого уникального класса производств, где может работать выпускник по CALS-специальности
7. Образовательная среда	Содержатся сведения о структуре преподавательского состава и уровне материальной базы соответствующего вуза
8. Возможности выпускника	Описываются компетенции выпускника

Пакету соответствует Word-файл «Требования к специалисту». Структура файла определяет референтную модель формирования полного комплекса знаний и умений, необходимых будущему специалисту для завершения курса обучения. Файл формируется на основании соответствующих Use Case моделей, определенных ранее.

Файл содержит общее описание тем — учебных единиц, их внешнюю и внутреннюю иерархию. Для каждой темы описываются требования к знаниям и умениям специалистов в виде, достаточном для формирования полного представления преподавателя об излагаемом материале. Описываются взаимные связи и последовательность изложения тем. Материал сопровождается графическими UML диаграммами, разработанными на этапе формирования Use Case модели.

Предполагается, что каждое требование описывается в виде его Use Case спецификации. Описывается функциональность данного требования — где именно данное знание или умение присутствует в учебном процессе. Далее следует описание требований к устойчивости конкретного знания или умения во времени и технология обучения.

Описываются ограничения на комплекс требований — знания, которые не считаются обязательными.

Отдельно формируется пакет «Потенциальные знания». Содержание данного пакета составляет набор тех знаний и умений специалиста, обучение которым признано неэффективным в стенах вуза. Подобная ситуация может возникнуть по причине быстрого устаревания данного типа знаний, требования специфической лабораторной базы или уникальности для определенного вида производства.

Отдельно указывается требуемое в процессе обучения программное и справочное обеспечение и оборудование.

Отдельно для ориентации в области CALS-систем указывается принадлежность требования к одному из разделов CALS, например ИЭТР, PDM, технологический документооборот или информационное взаимодействие программных систем.

### **RQ Обучение — облик специалиста**

Блок содержит перечень дисциплин, реализующих в процессе обучения требования предыдущего блока «Требования к специалисту». При формировании блока устанавливается соответствие между требованиями к выпускнику и конкретной дисциплиной той или

иной специальности (если формируется учебный план нескольких специальностей). Формирование учебного плана и контроль покрытия требований дисциплинами поддерживается средствами Requisite Pro [6].

В рамках системы управления требованиями блок имеет двоякую направленность. С одной стороны, блок описывает организационную сторону учебного процесса — формирует учебный план специальности. С другой стороны, блок показывает внешнюю сторону качеств выпускаемого специалиста — характеризует продукцию вуза. Референтная модель реализуется документом РУП — «Видение». Документ описывает на общем уровне знания и возможности выпускника. Документ акцентирует внимание на возможностях выпускника, потребных производству, и на том, почему эти знания и навыки выпускника будут востребованы. Подробности того, как выпускник реализует эти потребности, детализированы в Use Case описаниях и дополнительных спецификациях.

Структура блока описана в табл. 2.

### **Позиционирование**

Раздел «Позиционирование» документа описывает место специалиста в области использования CALS-технологий.

### **Деловые преимущества**

В подразделе «Деловые преимущества» описываются возможности предприятия по использованию передовых информационных технологий. Эта тема развивается в разделе «Определение проблемы». Указывается список передовых CALS-технологий, которыми владеет специалист, какие технологические проблемы могут быть решены при помощи данных технологий, какие ключевые преимущества это даст, как это повлияет на CALS-обеспечение ЖЦ продукции предприятия и как это отразится на производстве и сбыте продукции.

### **Определение позиции выпускника**

Подраздел «Определение позиции выпускника» дает полное определение на самом высоком уровне той уникальной позиции на рынке труда, которую намеревается заполнить выпускник данной специальности. Может использоваться следующий формат (табл. 3).

Таблица 3

Для	(предприятие распределения)
который	(определение потребностей и возможностей)
(Название специальности)	— это (категория специальности)
который	(определение ключевого преимущества — это причина, по которой следует взять на работу выпускника данной специальности)
В отличие от	(основная конкурентоспособная альтернатива)
наш выпускник	(определение основного отличия)

### Демография рынка

Подраздел «Демография рынка» содержит суммарные сведения о демографии рынка, которая мотивирует решение о выпуске определенного количества специалистов данной специальности. Описываются и устанавливаются целевые рыночные сегменты. Оценивается размер и рост рынка, согласно числу потенциальных мест работы специалиста или количество денег, которое затратит производство на попытку реализовать потребности, которые может выполнить специалист данной специальности. Указываются наиболее важные промышленные тенденции в области CALS-технологий.

### Сведения о заинтересованных лицах

Раздел «Заинтересованные лица» включает описание министерств, ведомств и организаций, точка зрения которых должна быть учтена при формировании конечной модели специалиста данной специальности. Указанные организации должны быть идентифицированы и включены в процесс моделирования облика специалиста.

Раздел имеет следующую структуру (табл. 4).

Таблица 4

Название	Представляет	Роль ...
Название типа заинтересованного лица	Краткое описание того, какое влияние они оказывают на конечный облик специалиста посредством учебного плана	Краткое описание роли, которую они играют в процессе обучения. Например: Задают ГОС ...

### Профили заинтересованных лиц

Требования к заполнению раздела «Профили заинтересованных лиц» можно описать табл. 5.

Таблица 5

<b>Типичный представитель</b>	Кто является типичным представителем совладельца проекта (не обязательно, если это документировано в другом месте). Что мы хотим от него получить?
<b>Описание</b>	Краткое описание типа заинтересованного лица, например, ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
<b>Тип</b>	Определение опытности совладельца, т.е.: GURU (наставник), BUSINESS EXPERT (деловой эксперт), CASUAL USER (начинающий пользователь) и т.д., т.е. техническая подготовка и степень искусственности
<b>Ответственности</b>	Перечисление ключевых обязанностей заинтересованного лица относительно конкретной специальности (т.е. его интерес как совладельца)
<b>Критерий успеха</b>	Как совладелец определяет успех? Как вознаграждается совладелец?
<b>Участие</b>	Как совладелец участвует в проекте (выполняет ли он функции работника RUP, например, Рецензента требований и т.д.).
<b>Обязательства</b>	Любые дополнительные обязательства совладельца. Это могут быть обязательства, касающиеся проектирования или разработки системы
<b>Комментарии/Разногласия</b>	Проблемы, которые препятствуют успеху и любая другая уместная информация

### Профили работодателей

Раздел «Профили работодателей» содержит описание каждого уникального класса производства, где может работать выпускник по CALS-специальности. Типы работодателей могут отличаться по уровню сложности используемых CALS-технологий, масштабу производства, универсальности рабочих CALS-навыков и т.д. Полное описание профиля выполняется в следующих разделах для каждого типа работодателя (табл. 6).

Таблица 6

<b>Типичный представитель</b>	Кто является типичным представителем работодателя (не обязательно, если это документировано в другом месте). Ссылка на совладельца, представляющего этот набор работодателей (т.е. Совладелец; Совладелец1)
<b>Описание</b>	Краткое описание типа работодателя
<b>Тип</b>	Определение уровня развития CALS-технологий на предприятии работодателя, т.е.: GURU (наставник), CASUAL USER (начинающий пользователь) и т.д., т.е. техническая подготовка и степень искушенности в области CALS-технологий
<b>Ответственности</b>	Перечисление ключевых задач работодателя для специалиста данной CALS-специальности
<b>Критерий успеха</b>	Как работодатель определяет успех? Как вознаграждается специалист?
<b>Участие</b>	Как работодатель участвует в проекте (выполняет ли он функции работника RUP, например, Рецензента требований и т.д.)
<b>Обязательства</b>	Продукция, производимая работодателем с использованием CALS-технологий, и для кого.
<b>Жизненный цикл изделий</b>	Структура и место специалиста в ЖЦ изделий работодателя
<b>Комментарии/Разногласия</b>	Проблемы, которые препятствуют успеху, и любая другая уместная информация

### Образовательная среда

Раздел «Образовательная среда» содержит сведения о педагогическом коллективе, выпускающем специалиста, уровне лабораторной и CALS-инструментальной базы, затратах на обучение. Содержатся сведения о целевых планах вуза в области преподавания CALS-технологий и ограничения по инструментальному и программному обеспечению.

### Возможности выпускника

Описываются компетенции — высокоуровневые данные о знаниях, умениях и навыках выпускника конкретной CALS-специальности, которые необходимы для решения задач производства. Документ служит для представления и обсуждения результирующего облика выпускника всеми заинтересованными сторонами.

Содержится перечисление CALS-дисциплин, при необходимости приводятся расшифровки наименований дисциплин учебного плана с привлечением графических UML средств. Например:

### Информационная составляющая жизненного цикла продукции

- Перечень внешних (входных или выходных) функций и документов этапа.
- Политика структуризации и кодификации внешних документов.
- Описание задач, решаемых на основе входящих документов.
- Структура и требования к структуре, синтаксису и семантике входящих документов. Требования к трансляторам входящих документов.
- CALS-требования к входящему документообороту.
- Принятая технология формирования исходящих документов (ИД).
- Структура ИД, назначение и потребители ИД.
- Существующая CALS-структура ИД.

### Конфигурационный менеджмент

Структура программных средств (рис. 2)

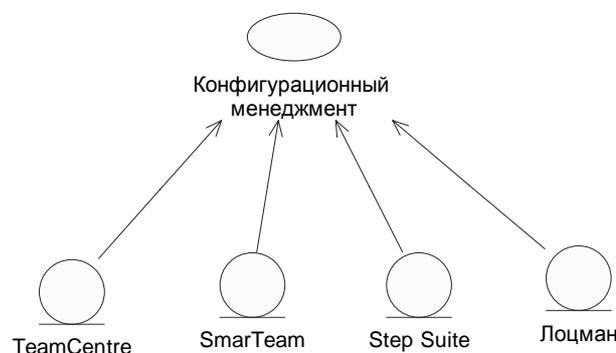


Рис. 2

### ПОСТРОЕНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Оптимальный учебный план в Requisite Pro формируется при помощи программы Microsoft Project. Данные о дисциплинах из Requisite Pro автоматически экспортируются в Microsoft Project. На первом этапе учебный план рассматривается в виде диаграммы Ганта (рис. 3).

Оптимизационные возможности Microsoft Project позволяют контролировать большое количество параметров — ресурсов учебного процесса. Параметры могут иметь числовой, текстовый или перечислимый тип.

Набор параметров вводится в Requisite Pro как характеристики проекта (рис. 4).



Рис. 3

Выделяется несколько групп параметров.

### Дидактические параметры

Числовые или позиционные (для параметров, имеющих перечислимый тип) значения параметров определяют через соответствующий функционал трудоемкость конкретного учебного элемента в часах аудиторного и внеаудиторного времени.

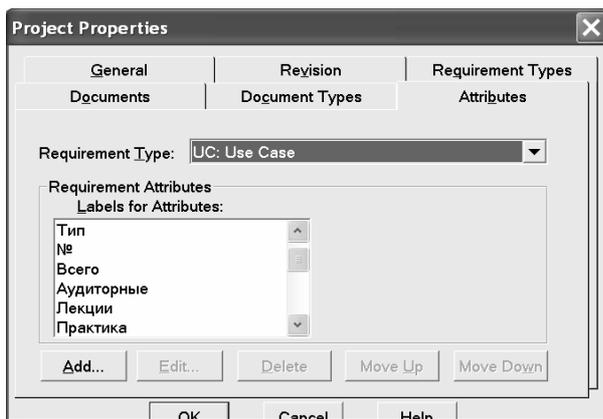


Рис. 4

Группу образуют параметры, определяющие категориальный базис учебной единицы [8]. Категории базиса формируют структуру системы когнитивных компетенций. Градации показателей используются для задания требуемого уровня компетентности специалиста в соответствующих компетенциях.

Показатель «Усвоение» имеет градации: «Понимание»; «Узнавание»; «Воспроизведение»; «Применение»; «Творчество».

Показатель «Представление материала» имеет уровни: «Феноменологический»; «Аналитико-синтетический»; «Математический»; «Аксиоматический».

Показатель «Автоматизация» определяется скоростью выполнения стандартных операций в данной учебной единице, что бы-

вает важно, например, при работе с CALS-системами.

Показатель «Трудоемкость» задает суммарное количество часов, необходимое для овладения учебной единицей, и определяется функционалом, зависящим от уровней усвоения, представления и автоматизации. Вид и коэффициенты функционала выбираются для каждой учебной единицы экспертным путем. Простейшим функционалом является линейная зависимость.

Параметр «Квалификация» определяет уровень квалификации преподавателя: профессор, доцент, ...

Указанные параметры задаются для учебных элементов, и суммируются при определении трудоемкости изучения дисциплины, сформированной из указанных элементов. Параметр «Трудоемкость» используется при анализе учебного плана на пиковые перегрузки студентов и служит ограничением.

### Ресурсы

Параметры «Ресурсы» определяют в часах потребность в компьютерном или лабораторном времени при изучении конкретной учебной единицы. Для дисциплины указанные параметры суммируются. Параметр используется при анализе учебного плана на доступность ресурсов и наравне с параметром «Трудоемкость» является ограничением.

### Параметры учебного плана

Данные параметры задаются для каждой дисциплины из раздела «RQ Обучение — облик специалиста». Параметры позволяют автоматически построить форму учебного плана, принятую в УМО. Перечень параметров задается принятой формой представления учебного плана. Часть параметров вычисляется при выводе формы учебного плана. Параметрами являются: «Цикл»; «Тип»; «№»; «Часы всего», ...

Собственно технология формирования оптимального плана в Microsoft Project считается известной и здесь не обсуждается.

Заметим, что в случае невозможности реализовать учебный план с принятыми ограничениями по трудоемкости и ресурсам требуется изменить внутреннюю структуру учебного плана. Если никакими внутренними изменениями приемлемый учебный план не удается реализовать, приходится изменить основные требования к квалификации выпускника и повторить алгоритм согласования требований, описанный выше и проиллюстрированный на рис. 1.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая методика позволяет эффективно обучать специалистов различного уровня квалификации для одной из самых быстро развивающихся областей — области CALS-технологий, заведомо востребованных в сфере производства и науки. Данная методика позволяет разрабатывать планы научных исследований, которые будут снабжены необходимыми ресурсами, и результаты указанных исследований в области CALS-технологий найдут применение в промышленности и обучении. Вуз сможет существенно повысить конкурентоспособность своих выпускников за счет активного использования творческого потенциала ученых и производственников в учебном процессе.

Методы и методологии CALS-приложений в промышленности, науке и обучении по-

лучат дополнительный толчок в развитии за счет использования технологий и инструментальных средств ALM (CALS в информационной технологии).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Судов, Е. В.** Концепция развития CALS-технологий в промышленности России / Е. В. Судов, А. И. Левин. М. : НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2002. 28 с.
2. **Буч, Г.** Объектно-ориентированный анализ и проектирование с применением приложений на C++ / Г. Буч. М. : Бином ; СПб. : Невский диалект, 1999. 560 с.
3. **Буч, Г.** Язык UML: руководство пользователя / Г. Буч, Дж. Рамбо, А. Джекобсон. М. : ДМК, 2000. 432 с.
4. **Давыдов, А. Н.** Основные направления развития информационных технологий сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла / А. Н. Давыдов, В. В. Барабанов, Е. В. Судов // Компьютерные технологии сопровождения и поддержки наукоемкой продукции на всех этапах жизненного цикла : матер. конф. М. : АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2001. С. 8–15.
5. **Кролл, П.** Rational Unified Process — это легко: руководство по RUP / П. Кролл, М. Кратчен. М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2004. 432 с.
6. **Леоненков, А.** Самоучитель UML / А. Леоненков. СПб. : БХВ-Петербург, 2001. 304 с.
7. **Гузаиров, М. Б.** Концепция комплексной подготовки специалистов по CALS-технологиям и ее апробация на базе УГАТУ / М. Б. Гузаиров, В. В. Мартынов, В. И. Рыков // Вестник УГАТУ. Уфа, 2006. С. 85–91.
8. **Беспалько, В. П.** Системно-методическое обеспечение учебно-воспитательного процесса подготовки специалистов / В. П. Беспалько, Ю. Г. Татур. М. : Высшая школа, 1989. 144 с.