

УДК 378.14:004.78

М. Б. ГУЗАИРОВ, В. В. МАРТЫНОВ, В. И. РЫКОВ**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОБУЧЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА**

Рассматриваются возможности построения полных систем согласованного управления научными и педагогическими процессами на основе методологии реализации учебных объектов и построения обучающих систем на основе стандартов SCORM в рамках системы организаций ADL. *Управление проектами; подготовка специалистов; учебный объект; стандарты управления*

Способ производства, основанный на знаниях и технике обработки информации, является наиболее эффективным в современных условиях. Повсеместное использование компьютеров в народном хозяйстве развитых стран привело к экстенсивному развитию методов и средств информационных технологий.

Как следствие, современное состояние информационных технологий характеризуется тем, что сходные информационные методологии развиваются под различными названиями, как, например, теория баз данных и методы CALS, а определенные приложения методов информатики развиваются без учета результатов, полученных в других областях компьютерной технологии.

Дистанционное обучение является полем интенсивного развития и применения методов информационных технологий. Наряду с Интернет-методиками, в дистанционном обучении широко применяются технологии, получившие названия объектных.

В настоящее время область компьютерных наук характеризуется широким развитием методов объектного подхода. Применение объектных методологий в проектировании и реализации компьютерных систем позволило принципиально решить задачу информационного разрыва между заказчиками и изготовителями информационных систем. В рамках объектного подхода получил развитие ряд специализированных языков и технологий.

В данной работе методология построения обучающих систем SCORM рассматривается с точки зрения последовательного применения средств объектного подхода.

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАДАЧИ
ОБЪЕКТНЫХ МЕТОДОВ
В ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ**

Министерство обороны США (DoD) и Департамент политики в области науки и технологии Администрации Президента США (OSTP) в ноябре 1997 г. объявили о создании комплекса организаций ADL (Advanced Distributed Learning — развитое сетевое обучение) [1]. Целью создания комплекса является развитие стратегии, проводимой министерством обороны и правительством США в области модернизации обучения и тренинга, а также для объединения высших учебных заведений и коммерческих предприятий с целью создания стандартов в сфере дистанционного обучения.

В задачи международного комплекса лабораторий ADL входит:

- разработка системы упорядочения содержания учебного объекта и его подачи, отвечающей нуждам пользователя;
- внедрение новых технологий в учебный процесс и максимизирование возвращения инвестиций в учебные технологии;
- координирование образовательных программ с возможностями ADL;
- разработка новых образовательных технологий, таких как интеллектуальное обучение, виртуальные программы, обучающие сетевые игры;
- оценка затрат и эффективности учебных программ.

В рамках данной инициативы был разработан стандарт SCORM (Sharable Content Object Reference Model) — референтная модель контента объекта для совместного использования [2].

Стандарт сформирован для реализации следующих требований:

- **доступность:** способность определять местонахождение и получить доступ к учебным компонентам из точки удаленного доступа и поставить их многим другим точкам удаленного доступа;
- **адаптируемость:** способность адаптировать учебную программу согласно индивидуальным потребностям и потребностям организаций;
- **эффективность:** способность увеличивать эффективность и производительность, сокращая время и затраты на доставку инструкции;
- **долговечность:** способность соответствовать новым технологиям без дополнительной и дорогостоящей доработки;
- **интероперабельность:** способность использовать учебные материалы вне зависимости от платформы, на которой они созданы;
- **возможность многократного использования:** способность использовать материалы в разных приложениях и контекстах.

Все требования данного стандарта очевидным образом применимы для организации качественного учебного процесса в любой обучающей среде, включая традиционную организацию учебного процесса в высшей школе:

- **доступность** предполагает наличие единого информационного пространства вуза или системы вузов для доступа к обучающему контенту;
- **адаптируемость:** наличие для каждого контента комплекса вложенных объектов, раскрывающих конкретный учебный материал с повышающимся уровнем сложности или специфичности;
- **эффективность:** использование при формировании учебных планов проверенного и эффективного набора учебных объектов, подготовленных ведущими педагогами;
- **долговечность:** наличие базовой научной основы в каждом учебном объекте;
- **возможность многократного использования:** изменение учебных объектов методом настройки соответствующих референтных моделей.

СТРУКТУРА УЧЕБНЫХ SCORM-ОБЪЕКТОВ

В методологии SCORM учебный объект определяется как некоторая электронная книга с определенным содержанием. В стандарте SCORM 2004 книги допускают независимое использование. Структура содержания (Content

Object Reference Model) объекта, методика использования в разных технических условиях, последовательность изложения материала описывается в соответствующих стандартах SCORM.

Комитетом стандартов обучающих технологий IEEE учебный объект определяется как «... любая сущность, цифровая или нет, которая может быть использована в одном и более контекстах, или на которую может быть сделана ссылка во время технологически обеспеченного обучения».

В большинстве содержательных источников по технологии обучения учебный объект понимается как некоторый квант обучающей информации.

Учебный SCORM-объект имеет определенную структуру (рис. 1). Здесь и далее используется синтаксис языка UML [3].

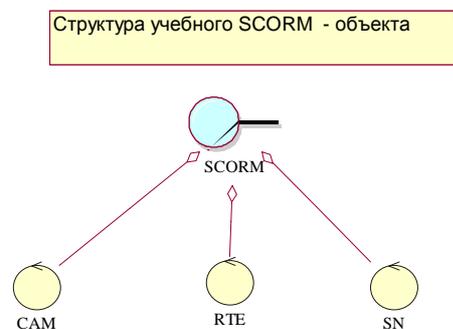


Рис. 1

CAM (Content Aggregation Model). Описывается структура учебных блоков и пакетов учебного материала. Пакет может содержать курс, урок, модуль и т. п. В пакет входят XML-файл (**Manifest**), где описана структура пакета, и файлы, составляющие учебный блок. **Manifest** включает:

- метаданные (свойства компонентов учебного материала);
- организацию учебного материала (в каком порядке расположены компоненты);
- ресурсы (ссылки на файлы, содержащиеся в пакете);
- **sub-Manifest** (XML-файл может содержать **Manifest** следующего уровня).

Структура метаданных подчиняется стандарту LOM (**Learning Object Metadata**), разработанному IEEE и Комитетом по стандартизации учебных технологий — LTSC (**Learning Technology Standards Committee**).

Рассмотрим более подробно структуру учебного блока (рис. 2).

«Модель компонентов» описывает структуру учебного блока.

«Средства представления данных» являются основным типом блока для формирования информационных ресурсов. Этими средствами могут быть текст, рисунки, объекты с методами оценки знаний и т. д.

«Обучающий объект (SCO)» представляет собой коллекцию из одного или нескольких средств представления, которые используются объектом SCORM RTE для взаимодействия с LMS (Learning Management System — автоматизированная информационная система управления обучением). В рамках LMS, SCO является наименьшей оперативной единицей. На SCO лежит ответственность за начало и прекращение взаимодействия с LMS в рамках реализации учебного процесса. Взаимодействие SCO с LMS происходит на уровне абстрактных классов и, как следствие, SCO не зависит от конкретной программной реализации LMS.

«Учебная активность» может быть приближенно описана как содержательный пакет инструкций. Для реализации активности используются учебные ресурсы.

«Организация и агрегация данных» формируется как система вложенных структур, состоящих из активностей.

«Упаковка содержания» описывает структуру данных, которыми оперируют разработчики курсов средствами обучающей системы в рамках Интернет-технологий. Обеспечивает доступность содержания ученикам, инструментам авторизации, репозитарию или обучающей системе.

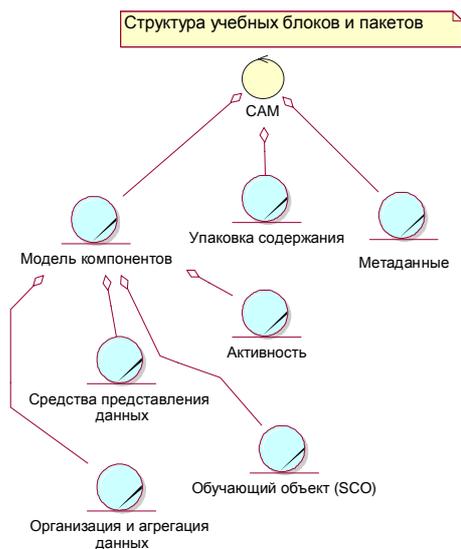


Рис. 2

Языком описания пакета служит XML.

«Метаданные» выступают в роли данных, описывающих другие учебные данные.

Технология описания данных предполагается контекстно-независимой. Описание метаданных содержит следующие категории:

- общая категория объединяет информацию об учебном объекте в целом;
- категория жизненного цикла группирует элементы об истории и текущем состоянии учебного объекта и тех, кто влиял на него в ходе эволюции;
- категория мета-метаданных содержит информацию о метаданных;
- техническая категория группирует технические требования и характеристики учебного объекта;
- образовательная категория объединяет образовательные и педагогические характеристики;
- категория прав содержит данные об интеллектуальной собственности и условиях использования;
- категория связей (реляций) задает понятия, определяющие взаимосвязи с внешними учебными объектами;
- категория аннотации представляет комментарии к учебному использованию объекта и данные о создателях этих комментариев;
- классификационная категория определяет место данного объекта в пространстве той или иной классификационной схемы.

С точки зрения объектного подхода, каждая из категорий метаданных является полноценным специализированным объектом, методы которого реализуют определенные функции конкретной предметной области. Объект «Метаданные» является агрегацией объектов, представляющих его категории. В каждой из категорий используются свойства и методы специфично присущие данному типу категории.

Продолжим описание объектов, представленных на рис. 1.

RTE (Run-time Environment). Эта часть стандарта описывает взаимодействие объекта SCO (Sharable Content Object) и системы обучения LMS через программный интерфейс приложения API (Application Program Interface). Требования SCORM RTE позволяют обеспечить совместимость SCO и LMS, чтобы каждая система дистанционного обучения могла взаимодействовать со SCO таким же образом, как и любая другая, соответствующая стандарту SCORM. LMS должна обеспечивать доставку требуемых ресурсов пользователю, запуск SCO, отслеживание и обработку информации о действиях учащегося.

SN (Sequencing and Navigation). Данная часть стандарта описывает как должна быть организована навигация и предоставление компонентов учебного материала в зависимости от действий учащегося или заранее предусмотренных прерываний системы обучения.

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ

Активно развиваются средства взаимодействия учебного объекта (RTE) и образовательной системы. Так, в задачи методологии COR-DRA (Content Object Repository Discovery and Registration Architecture, технология регистрации и поиска объекта с данным содержанием) [4] входит:

- регистрация содержания учебного объекта в каталоге содержания для целей поиска и доступа;
- просмотр содержания каталога и получение содержания конкретного объекта по поисковым признакам согласно методике поиска объекта с данным содержанием;
- регистрация содержания репозитория в соответствующем каталоге, согласно заданным правилам;
- удовлетворение запросов к каталогу репозитория по заданным операционным, политическим или бизнес-требованиям.

Технология CORDRA лишь частично входит в стандарты SCORM, являясь в определенной степени самостоятельным изделием, обеспечивающим соответствующий запросу взгляд на содержание репозитория. Это может быть страна, область знания или отрасль народного хозяйства. В отдельную, достаточно обширную область, развилась методология SN. Документ «Управление информационным потоком» (IMS Simple Sequencing Information and Behavior Model) [5], согласно модели поведения ученика подробно описывает технологию определения скорости и качества усвоения материала учеником по заданной батарее тестов. В зависимости от результатов тестирования ученику подается новая порция материала или происходит возврат к непонятым или забытым блокам, изученным ранее. Предлагается даже изменить содержание аббревиатуры SCORM на Shareable Courseware Object Reference Model (Референтная модель программного обеспечения учебного процесса для совместного использования).

Рассмотрим взаимодействие SCORM и системы управления обучением (LMS) (рис. 3). SCORM определяет основные обязанности автоматизированной системы обучения и фор-

маты данных: структуру обучающего блока; технику задания последовательности обучения и т. д., но не ограничивает свободу реализации системы обучения средствами операционной системы или программирования. В SCORM указываются только атрибуты и имена методов абстрактных классов, используемые при реализации проекта LMS.

Методы и методологии объектного подхода SCORM вполне применимы к традиционным, например, вузовским технологиям обучения. Задача разработки и реализации конкретной обучающей программы рассматривается как информационный проект [6].

Приведем, для примера, проблемы, возникающие при использовании репозитариев учебных объектов, организованных в соответствии со SCORM-стандартами, для формирования качественных учебных планов, согласно требованиям заказчика. В задаче можно выделить следующие уровни:

- согласование точек зрения заинтересованных лиц (работодателей, руководства высшей школы) и исполнителя (вуз) на методы, средства, структуру, продолжительность и стоимость обучения;
- формирование качественных согласованных учебных планов в рамках стандартных методик высшей школы;
- реализация согласованных планов средствами учебных объектов.

На уровне согласования точек зрения в рамках объектного подхода предлагается использовать Use Case модель предметной области и построенную на ее основе Use Case модель требований предметной области к содержательной составляющей информационной системы обучения. В данном контексте информационная система обучения представляется на концептуальном уровне как требуемая сумма компетенций выпускника. В итоге обеспечивается единый и непротиворечивый и документально оформленный взгляд на облик будущего специалиста.

На следующем уровне документально и в терминах диаграмм Ганта разрабатываются учебные планы, согласованные с УМО и возможностями вуза [7]. При разработке реальных учебных планов обычно выясняется, что задачи формирования облика выпускника, поставленные работодателем, не могут быть выполнены в полном объеме. В этой ситуации выполняется корректировка требований к выпускнику и последующее согласование.

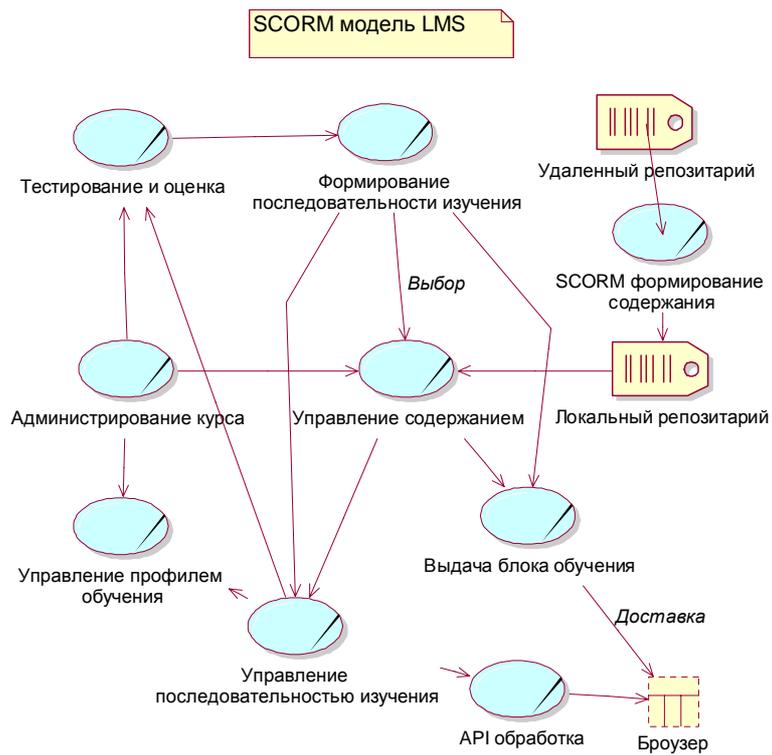


Рис. 3

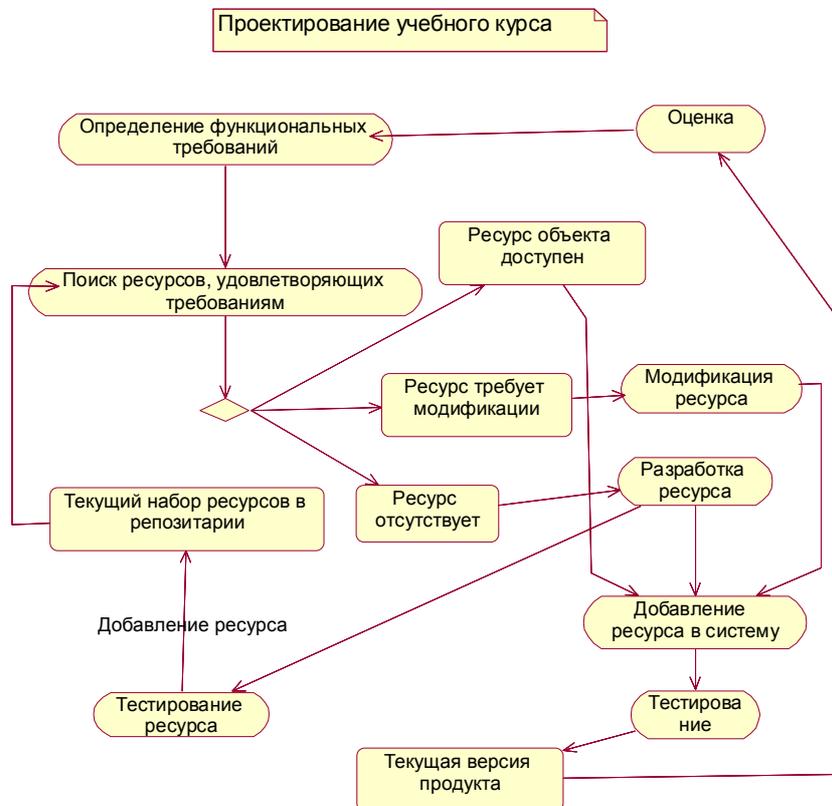


Рис. 4

Повышение требований к уровню специализации выпускника и, соответственно, уменьшение количественной потребности в специалистах с конкретным набором компетенций приводит к необходимости разработки большого количества учебных планов. Возрастание скорости технического прогресса во многом, кстати, связанное с информатизацией экономики, приводит к необходимости корректировать текущие учебные планы. В указанной ситуации оптимально применение SCORM-технологии использования учебных объектов для реализации учебных программ.

Предположим, что предварительно согласованный учебный план конкретной специальности или курса переподготовки реализован в виде Use Case модели или диаграммы Ганта. Оптимизация параметров учебного плана на основе функционала качества, сформированного в соответствующем пространстве метрик учебного процесса, является предварительной, поскольку точные параметры учебного плана можно получить, только анализируя комплекс параметров учебных объектов, реализующих данный учебный план.

Следующим шагом проектирования учебного курса является определение набора учебных объектов и, соответственно, их активностей для реализации каждой учебной дисциплины.

Рассмотрим схему проектирования учебного курса (рис. 4), приведенную в [8].

Взаимодействие объектов в SCORM (например, пополнение учебного курса), определяется категорией связи в структуре метаданных (см. выше). В схеме (рис. 4) предполагается, что преподаватель, формирующий реализацию конкретной дисциплины средствами учебных объектов репозитория, знаком с тонкостями реализации каждого учебного объекта. При подключении к учебному курсу очередного объекта преподаватель должен выяснять, насколько набор текущих компетенций ученика позволит понять и усвоить учебное содержание данного объекта.

Предлагается расширить стандарт описания метаданных, используя последовательно методологию объектного подхода.

Наиболее мощной парадигмой объектного подхода является требование: «Объект полностью отвечает за решение поставленной перед ним задачи в условиях применения его в соответствующем контексте». Добиться взаимной независимости объектов в репозита-

рии можно, расширив определение метаданных в SCORM [8]. Определим набор входных компетенций учебного объекта K как K_{In} , а набор выходных как K_{Out} . K_{In} определяется как набор концептов, содержащихся в учебном объекте K , которыми владеет ученик, необходимый ему для восприятия знаний. K_{Out} определяется как расширение набора концептов, которыми овладеет ученик в результате обучения средствами учебного объекта K , т. е. $K_{In} \subset K_{Out}$.

В случае, когда в последовательности учебных объектов, реализующих конкретную дисциплину, объект B следует за объектом A , естественно потребовать выполнения условия $A_{Out} \subset B_{In}$. Объединение множества выходных концептов всех учебных объектов, участвующих в реализации конкретной дисциплины, очевидно, представляет собой расширение знаний ученика как результат изучения данной дисциплины. Наборы входных и выходных концептов оформляются как соответствующие тезаурусы учебного объекта.

Таким образом, свойства метаданных объекта пополняются разделами входного и выходного тезаурусов.

В свою очередь, репозиторий должен обладать средствами управления соответствующими тезаурусами учебных объектов. Тезаурусы используются:

- для контроля соответствия объектов в учебной последовательности по применяемым концептам;
- при построении входных, промежуточных и выходных тестов учебного объекта и дисциплины.

Снабженный тезаурусами учебный объект становится независимым от других объектов. Более того, создается возможность при разработке или модификации учебных курсов использовать учебные объекты, разработанные квалифицированными педагогами.

Заметим, что наличие соответствующих педагогических метрик в учебном объекте позволяет уточнить расчет качества учебной программы.

Применим к учебным объектам понятия связности и связанности.

Связность понимается как полнота изложения в учебном объекте вопросов, посвященных конкретному понятию или явлению.

Связность учебного объекта — это число ссылок данного объекта к внешним объектам.

В рамках технологии РУП [9] алгоритм формирования курса развитыми средствами

SCORM может быть описан следующим образом.

В цикле пока не согласованы требования заказчика и исполнителя учебного курса.

Цикл по требованиям заказчика.

Построить согласованную по входным и выходным тезаурусам цепочку объектов (коллекцию), выполняющую данное учебное требование заказчика.

Если объекта нет в тезаурусе, то построить объект и внести в тезаурус и в рассматриваемую цепочку.

Конец цикла по требованиям заказчика.

Если требования заказчика удовлетворить не удалось, то повторить процедуру согласования требований

Конец цикла согласования требований.

ВЫВОДЫ

Объектные технологии дистанционного обучения, развиваемые в рамках комплекса организаций ADL, носят достаточно формализованный и эффективный характер. SCORM-стандарты реализуют известные требования к объектной организации структуры данных и их обработке. Указанные стандарты могут быть расширены и применены к решению задач эффективного управления учебным процессом в высшей школе.

Структура учебных SCORM объектов и блоков достаточно хорошо описывается средствами языка UML. Требования к совместимости объектов обучения и программных обучающих систем могут быть описаны средствами диаграмм последовательности и Use Case диаграмм указанного языка.

Представляется оправданным расширение SCORM-стандартов на процедуру согласования требований заказчика и исполнителя информационных систем обучения, управления обучением и технологии автоматизированного согласования тезаурусов учебных объектов конструируемой системы обучения.

В настоящее время авторами данной работы предпринимаются практические шаги по реализации технологий SCORM, CORDRA для организации учебного процесса методами современных информационных технологий в рамках структуры организаций ADL.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ADLNet.** Advanced distributed learning (ADL) [Электронный ресурс] // Sharable Content Object Reference Model (SCORM®). 2nd Ed. Overview. 2004. (www.ADLNet.gov).
2. **ADLNet.** SCORM® 2004 3rd Ed. November 16, 2006. Version 1.0. Advanced Distributed Learning, 2006 [Электронный ресурс] (www.ADLNet.gov).
3. **Леоненков, А.** Самоучитель UML / А. Леоненков. СПб. : БХВ-Петербург, 2001. 304 с.
4. **ADLNet.** www/adlnet.gov/technologies/cordra/index.aspx [Электронный ресурс].
5. **Imsglobal.** Simple sequencing information and behavior model revision: 03 March 2003 [Электронный ресурс] (http://www.imsglobal).
6. **Гузаиров, М. Б.** Методика управления научными исследованиями и подготовкой специалистов в области CALS (ИПИ) технологий / М. Б. Гузаиров, В. В. Мартынов, В. И. Рыков // Вестник УГАТУ. 2006. № 2 (15).
7. **Гузаиров, М.Б.** Концепция комплексной подготовки специалистов в области CALS-технологий и ее апробация на базе УГАТУ / М. Б. Гузаиров, В. В. Мартынов, В. И. Рыков // Вестник УГАТУ. 2006. № 2 (15).
8. **Douglas, I.** Instructional design based on reusable learning objects applying lessons of object-oriented software engineering to learning systems / I. Douglas // Design 31 ASEE/IEEE Frontiers in Education Conf.
9. **Крачтен, Ф.** Введение в Rational Unified Process / Ф. Крачтен. М. : Вильямс, 2002.

ОБ АВТОРАХ



Гузаиров Мурат Бакеевич, ректор, проф. каф. выч. техники и защ. информ. Дипл. инж.-электромеханик (УАИ, 1973). Д-р техн. наук по упр. в соц. и экон. системах. Иссл. в обл. сист. анализа, управления в соц. и экон. системах.



Мартынов Виталий Владимирович, проф., зав. каф. эконом. информатики, рук. БРЦИТ. Дипл. инж.-мех. (МПИ, 1981). Д-р техн. наук по АСУ (УГАТУ, 2000). Иссл. в обл. инф. систем, иссл. опер., прикл. геом.



Рыков Виктор Иванович, доц. каф. экон. информатики. Дипл. математик (БГУ, 1968). Канд. физ.-мат. наук. по спектр. анализу диф. операторов (МГУ, 1971). Иссл. в обл. экон. информатики.