

М.И. Исмоилов<sup>1</sup>  
 А.В. Остроух<sup>2</sup>  
 Н.Е. Суркова<sup>3</sup>

M.I. Ismoilov  
 A.V. Ostroukh  
 N.E. Surkova

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО  
 КОМПЛЕКСА ДЛЯ СИСТЕМЫ  
 ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ  
 ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ  
 ПРЕДПРИЯТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
 ГРИД-ТЕХНОЛОГИЙ**

**SOFTWARE DEVELOPMENT  
 FOR COMPLEX SYSTEMS  
 TRAINING AND RETRAINING  
 OF INDUSTRIAL ENTERPRISES  
 WITH GRID COMPUTING**

*В статье проводится анализ методов построения мобильных приложений с грид-архитектурой для подготовки и переподготовки персонала промышленных предприятий. Выявлены три основных подхода к разработке мобильных предложений, дается их сравнительная оценка. Разработана модель базы данных для программной реализации системы дистанционного обучения при подготовке и переподготовке персонала промышленных предприятий. Предложен вариант программной реализации электронных образовательных ресурсов, рассчитанных на использование в мобильных устройствах, для подготовки операторов автомобильных кранов.*

**Ключевые слова:** система управления обучением, электронное обучение, электронные образовательные ресурсы, дистанционная образовательная технология, дистанционное обучение, автоматизированная система, обучение персонала, корпоративное обучение, обучение с применением мобильных устройств.

*The article analyzes the methods of building mobile applications with GRID-architecture for training and retraining of industrial enterprises. Identified three main approaches to the development of mobile offerings, given their comparative evaluation. A model of a database for a software implementation of distance learning in the training and retraining of personnel of industrial enterprises. A version of the software implementation of e-learning resources, designed for use in mobile devices for training operators of mobile cranes.*

**Keywords:** Learning Management System (LMS), e-learning, e-learning resources, distance learning technologies, distance learning, automated system, staff training, collaborative learning, m-learning.

**Введение**

С точки зрения управления персоналом на промышленных предприятиях высокие темпы

<sup>1</sup> Кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления», ФГБОУ ВПО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ).

<sup>2</sup> Доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизированные системы управления», ФГБОУ ВПО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), академик РАЕ.

<sup>3</sup> Кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Автоматизированные системы управления», ФГБОУ ВПО Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ).

внедрения новых производственных методов и подходов вынуждают ускорять процессы подготовки и переподготовки кадров. Но скорость подготовки при этом не должна быть тем фактором, который снижает уровень качества этого процесса. Ведь чем более сложные системы внедряются на предприятии, тем более комплексными знаниями и умениями должен обладать персонал, который будет работать с этими системами. Недостаточно только теоретических материалов, нужно понимание процесса, работа с моделями, отработка различных штатных и нештатных ситуаций, необходима оперативная справочная поддержка прямо на рабочем месте. Сталкиваясь с такими вызовами, становится очевидно, что тра-

традиционными методами подготовки и переподготовки персонала крайне трудно добиться таких глубоких знаний и умений. Посещения учебного центра дорого обойдутся предприятиям: именно на плечи предприятий ложится бремя оплаты времени, потраченного сотрудником на переподготовку. В это время сотрудники полностью или практически полностью исключаются из производственного процесса, и соответственно они не могут приносить дохода. Другой не менее важной проблемой становится подготовка, распространение и модернизация обучающего контента. Те же самые предпосылки требуют ускорения этих процессов, повышения качества материала, доступности широчайшим категориям лиц. Традиционная ориентация на единого автора контента в таких условиях сильно замедляет процесс его модернизации, усложняют распространение, не дает возможности для адаптации.

#### Анализ программного обеспечения для вычислений в грид-системе

Для полноценного функционирования грид-системы необходимо соответствующее программное обеспечение (ПО). Основным компонентом в грид-системе является базовая грид-служба, которая также называется промежуточным программным обеспечением. Задача этого ПО состоит в координации работы распределенных ресурсов в гриде и создание единой виртуальной среды. Наиболее яркими представителями этого ПО являются GlobusToolkit, UNICORE и gLite [1; 2; 5; 6].

Основные возможности промежуточного программного обеспечения в грид-системе представлены в таблице 1.

#### Основные функциональные возможности промежуточного программного обеспечения

	Globus	gLite	UNICORE
Поддержка разных платформ	Да	Да	Да
Установка	Нет	Нет	Нет
Простота в конфигурировании	Нет	Нет	Нет
Создание пользователей	Да	Да	Да
Контроль доступа к ресурсам	Да	Да	Да
Поддержка PKI (Public Key Infrastructure)	Да	Да	Да
Запуск задач	Стандартный протокол	Собственный протокол	Стандартный протокол
Управление данными	GridFTP	GridFTP	Передача файлов

#### Анализ методов построения мобильных приложений

Приложения для мобильных устройств называются мобильными приложениями. Мобильные устройства в текущем случае – это мобильные телефоны с установленной операционной системой iOS или Android. По методу их разработки и последующему использованию разделяют два основных типа приложений для мобильных устройств: нативные приложения и веб-приложения, см. таблицу 2.

Таблица 2

#### Сравнение нативных и веб-приложений

	Нативное приложение	Веб-приложение
Возможности распространения	Существует несколько представителей ОС, которые занимают основную долю рынка Android и iOS. Для каждой из этих ОС необходимо написание своей версии приложения. Также необходимо понимать, что в других ОС приложение работать не будет	Практически универсально по отношению к ОС. Но так как веб-приложения выполняются в браузерах, внешний вид и функциональность необходимо проверять в каждом конкретном случае.
Интерфейс	Позволяет реализовывать сложные интерфейсы и обеспечивает богатый набор возможностей	Обычно возможности по реализации интерфейса менее богатые по сравнению с нативными приложениями.
Аппаратные возможности	Доступны все аппаратные функции устройства. Обеспечивается минимально возможное использование аккумулятора и высокая производительность	Доступ к аппаратным ресурсам ограничен. Нет возможности доступа к камере и акселерометру. Возможно, в ближайшие несколько лет такая возможность появится
Поддержка	Необходимо обновлять каждое приложение под соответствующую ОС отдельно.	Мгновенное обновление для всех версий

	Нативное приложение	Веб-приложение
Производительность	Нативные приложения могут использовать аппаратные ускорения и максимально возможно могут быть оптимизированы под ОС	Работает медленнее нативных и связан, в первую очередь, с низкой производительностью JavaScript
Финансовые затраты	Необходимость готовить несколько версий одного и того же приложения для различных ОС требует работы либо одного универсального программиста, либо группы лиц. Оба варианта существенно удорожают разработку. Специалистов немного, что также повышает стоимость работ.	Разработчики веб-приложений более распространены, так как нет необходимости разрабатывать несколько версий под разные ОС, что делает процесс работы гораздо дешевле, нежели в случае нативных приложений

Помимо вышеприведенных основных типов приложений для мобильных устройств существует еще один достаточно распространенный вариант построения приложения. Это сгенерированные нативные приложения, построенные на базе HTML 5 и JavaScript. Используя фреймворки для разработки подобных приложений, можно совместить преимущества веб-приложений и нативных приложений. В частности, можно решить проблемы кроссплатформенности, расширяются возможности доступа к устройствам телефона. Среди основных фреймворков следует выделить наиболее популярные, такие, как Rhodes, PhoneGap, AppceleratorTitanium. В зависимости от конкретной задачи разработчики имеют возможность использовать тот или иной фреймворк, который максимально эффективно может решить поставленную задачу. Несмотря на преимущества такого гибридного подхода, существует и ряд недостатков:

- приложения работают медленнее обычных нативных приложений;
- неполная возможность работы с устройствами;
- сохраняется ограниченность в интерфейсе.

**Разработка схемы данных для системы подготовки и переподготовки персонала промышленных предприятий**

При проектировании системы подготовки и переподготовки персонала промышленных предприятий считают целесообразным построение концептуальной схемы данных для отдельных модулей и для системы в целом.

**Подсистема формирования учебных курсов**

Подсистема учебных курсов предназначена для выбора соответствующего комплекса учебных материалов для определенного специалиста [3; 7; 15]. К функциям подсистемы относится создание, редактирование и, при необходимости, удаление следующих типов данных:

- информация о процессе прохождения учебного курса;
- информации о составе учебных модулей.

Данная подсистема позволяет построить индивидуальный учебный курс для специалиста, с учетом выявленных недостающих показателей компетентности.

Учебные курсы разбиваются на категории (сущность *course\_categories*). Категории учебных курсов являются каталогом всех курсов, разбитых на соответствующие категории.

Учебные курсы (сущность *course*) представляют собой модель данных учебного курса. В модели описываются текущие характеристики учебного курса, такие, как категория, данные специалиста, проходящего подготовку или переподготовку, тематика курса и т.п.

Под описанием учебных курсов понимается поименованная структура данных, включающая в себя список учебных модулей, по которым проводится обучение. В общем случае список модулей может быть пустым.

Учебные модули находятся во взаимосвязи со списком компетенций. Таким образом, каждой компетенции есть соответствие учебного модуля или учебных модулей [4–6; 12].

Объединение в одной иерархической структуре данных таких понятий, как «Категории учебных курсов», «Учебные курсы», «Разделы», без задания жестких критериев группировки и количества уровней вложенности позволяет пользователям программного комплекса естественным для них образом описать эту область данных.

**Подсистема инициализации**

Подсистема инициализации выполняет задачу первичного занесения информации в систему и ее настройку.

Прежде всего заносится вся регистрационная информация о пользователе, которого направили

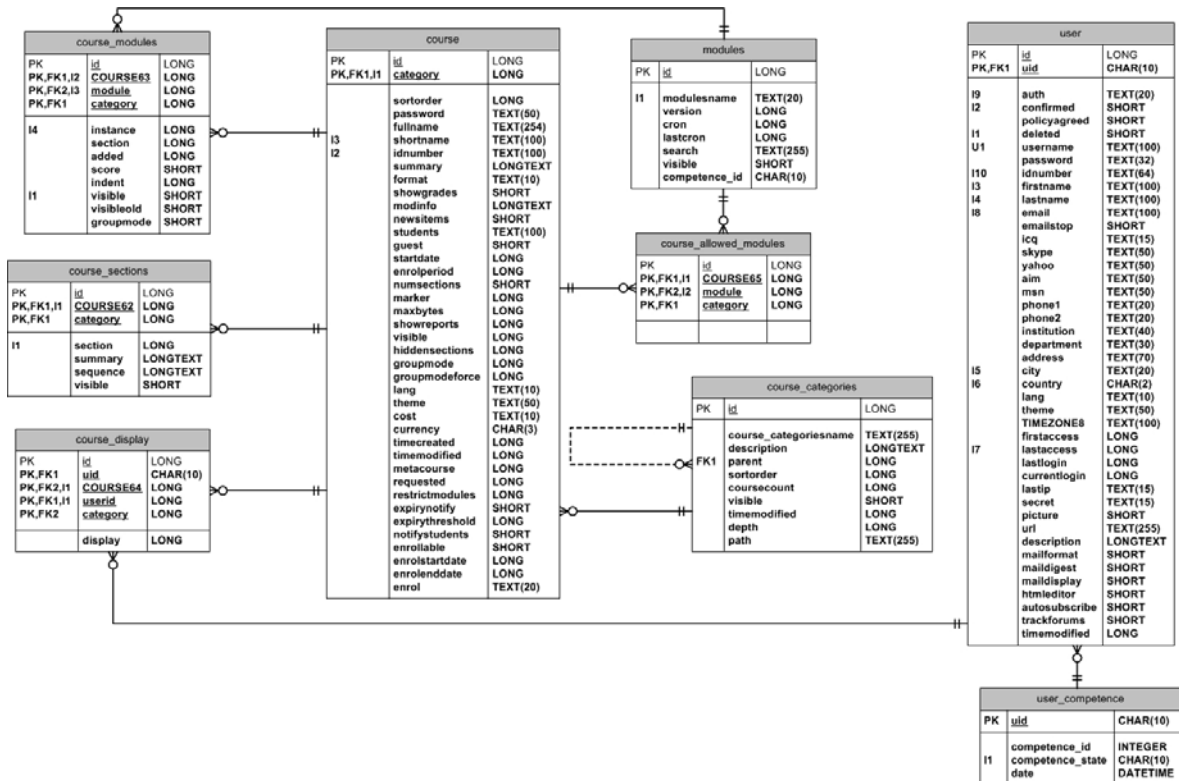


Рис. 1. Логическая модель данных подсистемы формирования учебных курсов

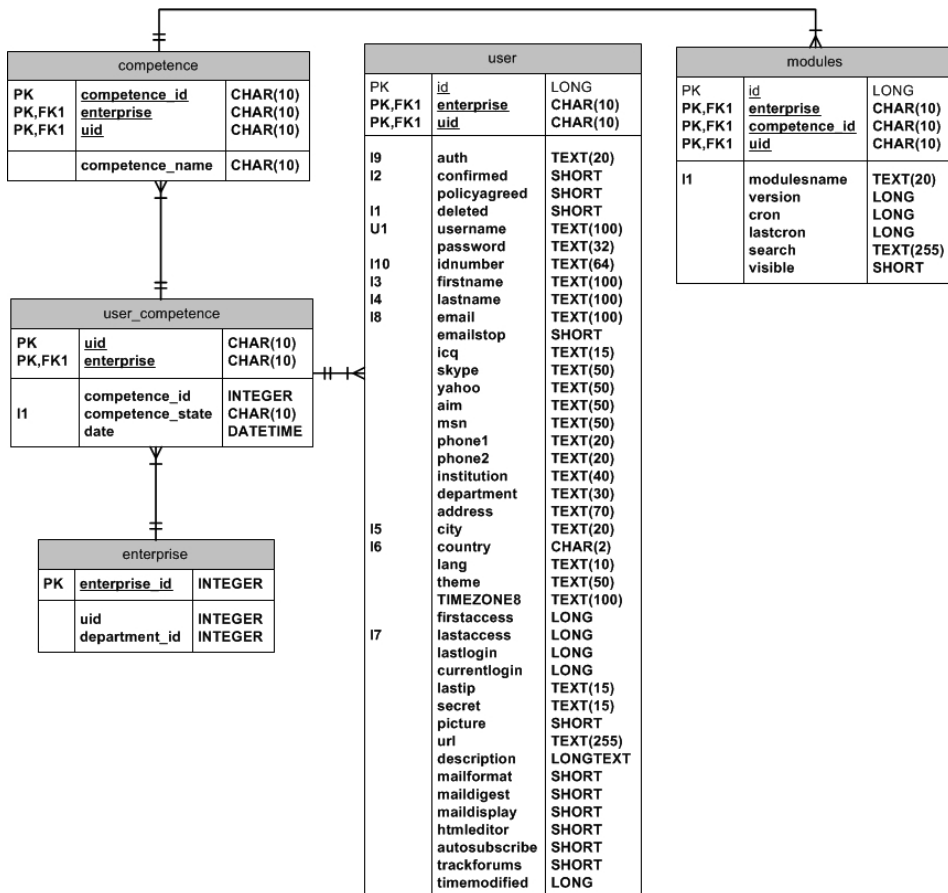


Рис. 2. Логическая модель данных подсистемы инициализации

на переподготовку: фамилия, имя, контактная информация и т.д. Определяется и фиксируется, на каком предприятии он работает и в каком отделе. Сотрудники отдела по работе с персоналом определяют списки существующих компетентностей для всего предприятия и заносят их в систему (сущность *competence*). Список компетенций необходим для последующего присваивания каждому специалисту соответствующих компетенций (сущность *user\_competence*). Такая схема позволяет работать с профессиональным уровнем каждого работника. В случае потребности получения новых навыков необходимо внести соответствующую запись в списке компетентностей специалиста – и система получит необходимую информацию для дальнейшей процедуры переподготовки.

Также важным параметром сущности *user\_competence* является параметр *date*. Он определяет дату получения уровня компетенции. Такой подход необходим для того, чтобы была возможность проводить мониторинг актуальности знаний работником по тем направлениям знаний, которые были получены длительное время назад.

Первоначальная инициализация систем

предполагает построение связей между учебными модулями и компетенциями. Каждой компетенции должен соответствовать один или более учебный модуль, который в дальнейшем может быть включен в состав учебного курса.

**Подсистема модуля тестирования**

Данная подсистема позволяет проводить тестовый контроль результатов обучения. Она может использоваться как для первоначального процесса определения компетентностей, так и уже при самом процессе переподготовки для проверки уровня знаний и умений либо для самоконтроля. Сущность *lesson* описывает все возможности отображения теста, содержит инициализирующие значения для корректного воспроизведения материала. Для каждого теста фиксируется время прохождения, результаты, попытки прохождения. Так, сущность *lesson\_attempts* описывает число попыток прохождения теста, фиксируя результаты для каждой такой попытки. Сущность *lesson\_answers* хранит информацию об ответах на тестовые вопросы, *lesson\_high\_scores* аккумулирует информацию о лучших результатах среди всех полученных при тестировании.

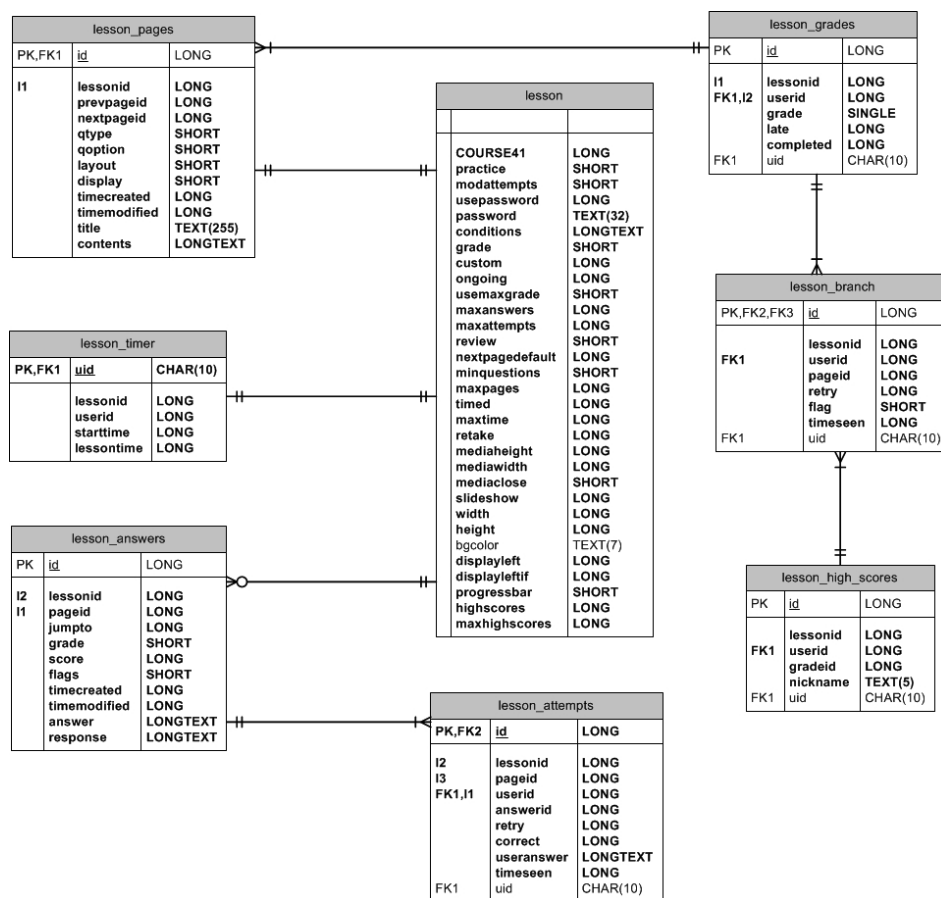


Рис. 3. Логическая модель данных подсистемы модуля тестирования

### Модель подсистемы отчетов

Подсистема предназначена для генерации отчетов и форм, а также для хранения в базе данных информации о достижениях специалистов, проходящих переподготовку. Что немаловажно, подсистема дает возможность проследить изменения компетентностей каждого специалиста во времени. Таким образом, происходит накопление всех данных о результатах переподготовки, что

может быть полезным при принятии решения о склонностях специалиста к обучению. Концептуальная модель подсистемы формирования отчетов, печатных форм, хранения итоговых документов представлена на рис. 4. Итоговый отчет описывается сущностью *report*, которая фиксирует даты прохождения переподготовки, результаты переподготовки в формате разности начальной компетенции и финальной компетенции.

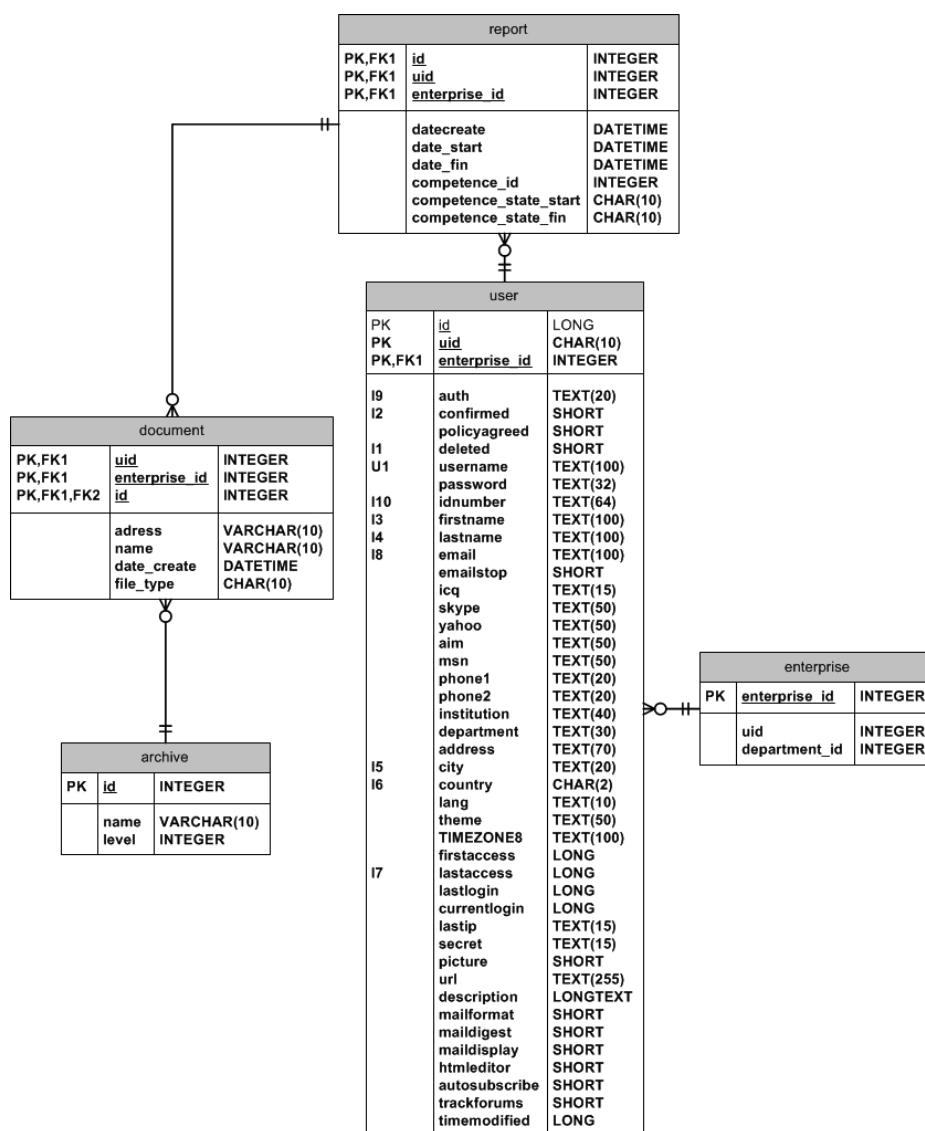


Рис. 4. Логическая модель данных подсистемы отчетов

Хранение отчетов описывается сущностью *document*. Она позволяет в любой момент сгенерировать печатную форму отчета для каждого специалиста или для предприятия в целом.

Для удобства каталогизации документов вве-

дена сущность *archive*, имеющая иерархическую структуру [2].

### Структура базы данных

Физическая модель данных автоматизированной системы процесса переподготовки персонала представлена на рис. 5.

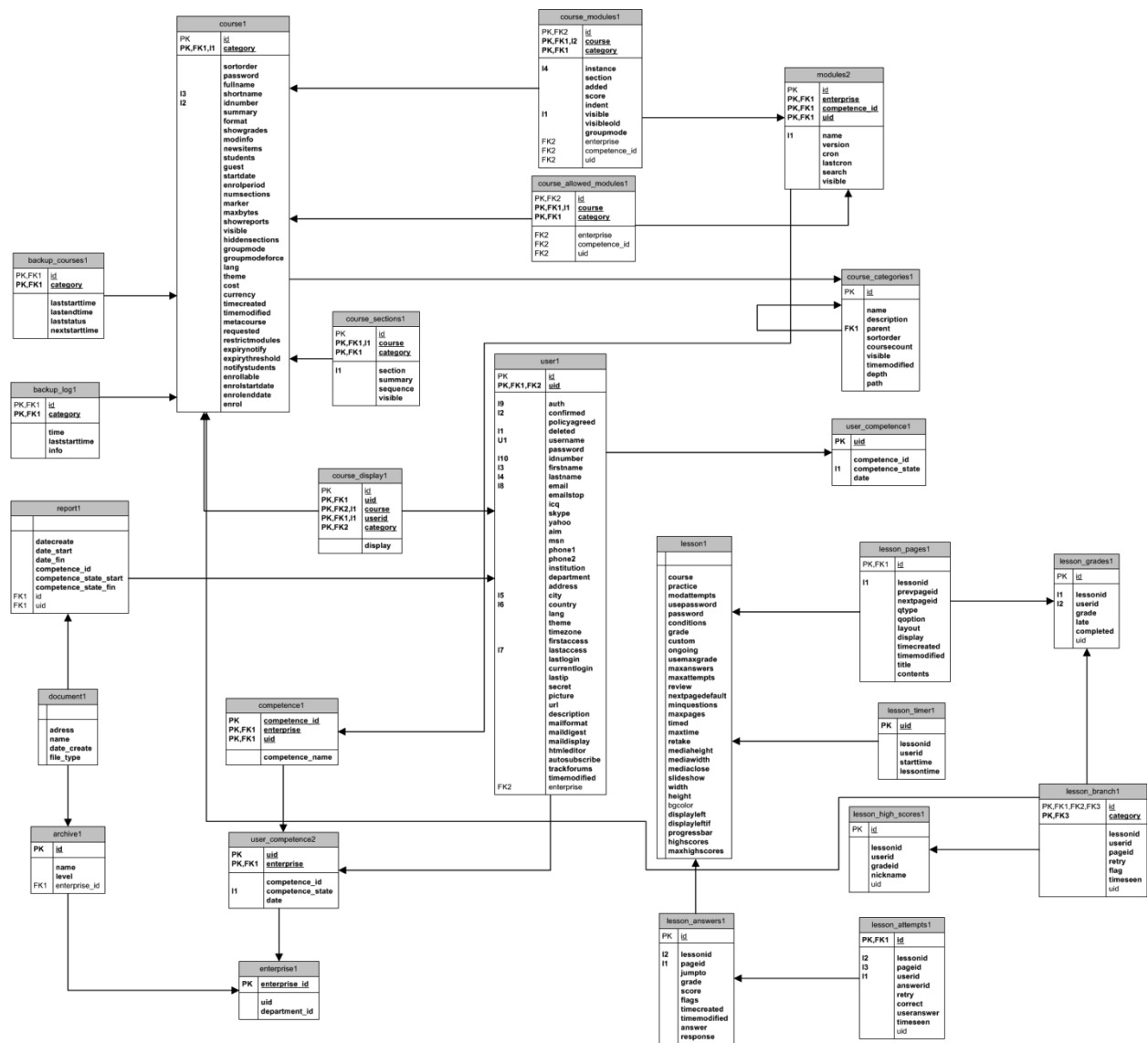


Рис. 5. Физическая модель базы данных

№	Название таблицы	Описание
1.	user	Пользователи
2.	user_competence	Компетенция пользователей
3.	course_categories	Категории учебных курсов
4.	modules	Учебные модули
5.	course_modules	Сформированные учебные модули
6.	course_allowed_modules	Используемые модули
7.	course_sections	Разделы учебных курсов
8.	course_display	Учебные курсы для пользователя
9.	course	Учебные курсы
10.	enterprise	Предприятия
11.	competence	Компетентности
12.	lesson_branch	Специальности
13.	lesson_grades	Оценки

№	Название таблицы	Описание
14.	lesson_pages	Разделы теста
15.	lesson_timer	Время теста
16.	lesson_high_scores	Высшие результаты теста
17.	lesson	Тест
18.	lesson_answers	Ответы на тест
19.	lesson_attempts	Попытки прохождения теста
20.	report	Отчеты
21.	document	Документы и формы
22.	archive	Архив документов и форм
23.	backup_courses	Резервная копия курсов
24.	backup_log	История резервирования

**Разработка учебно-методического наполнения в виде электронных образовательных ресурсов для процесса подготовки и переподготовки персонала промышленных предприятий**

В разделе представлены возможные категории учебных курсов. Для каждой категории курсов справа от его названия указано количество курсов в категории.

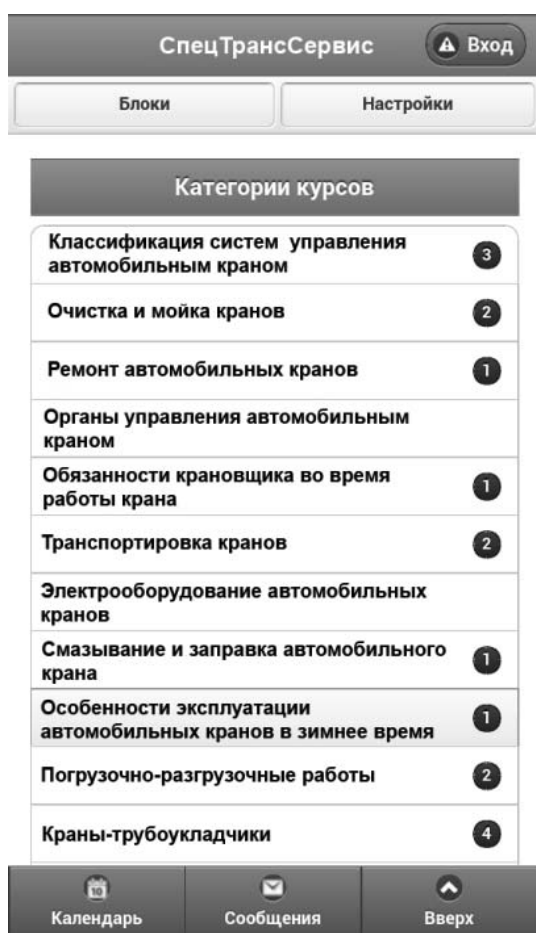


Рис.6. Категории учебных курсов

Пользователь, используя мобильное устройство, имеет возможность выбрать необходимую категорию и начать подготовку по нужному направлению[5; 6; 9; 12]. Часть учебных курсов может быть общедоступной, однако могут существовать и закрытые курсы, на которые необходима предварительная запись или предварительная запись с кодовым словом.

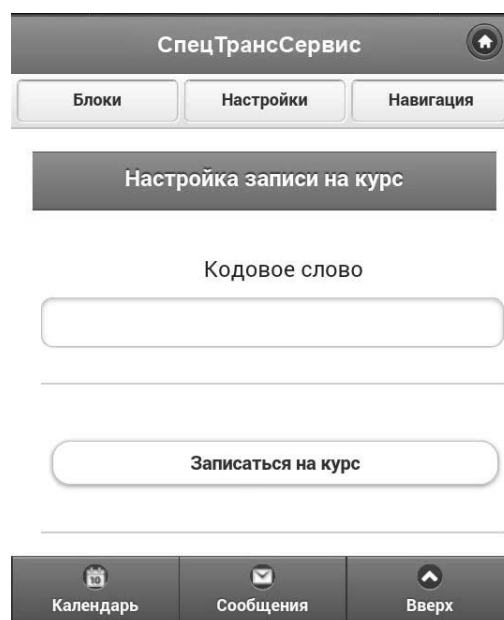


Рис. 7. Запись на курс с вводом кодового слова

После успешной записи на курс пользователю демонстрируется основной экран курса. На нем представлены все разделы курса, разбитые на категории. Теоретические, практические и контрольные занятия выбираются именно с этого экрана. Также возможности коммуникации с другими членами сообщества осуществляются путем перехода по ссылке с основного экрана курса.



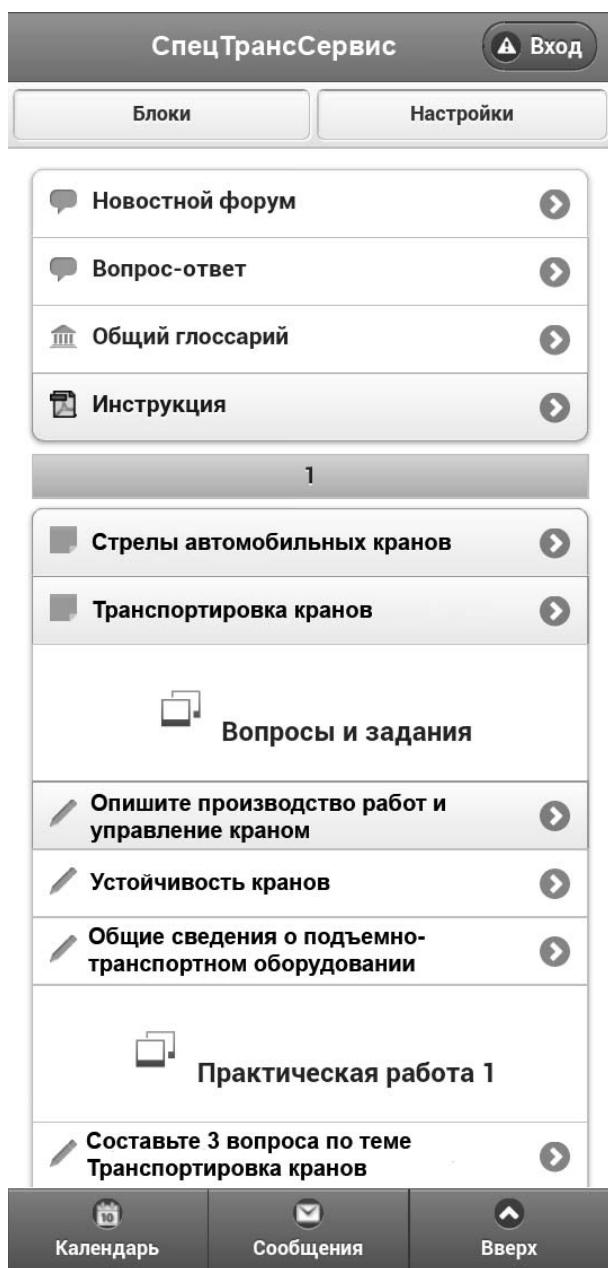


Рис. 8. Основной экран курса

**Разработка ЭОР информационного типа**

Лекционные занятия могут быть представлены в разных формах. Пользователю может быть предложена текстовая информация. Авторы курса имеют возможность интегрировать текстовую информацию и изображения.

Также представление лекционного материала может быть в виде видеоконтента. Пользователь запускает на своем мобильном устройстве видеоплеер, который интегрирован в курс и просматривает и прослушивает видеокурс.

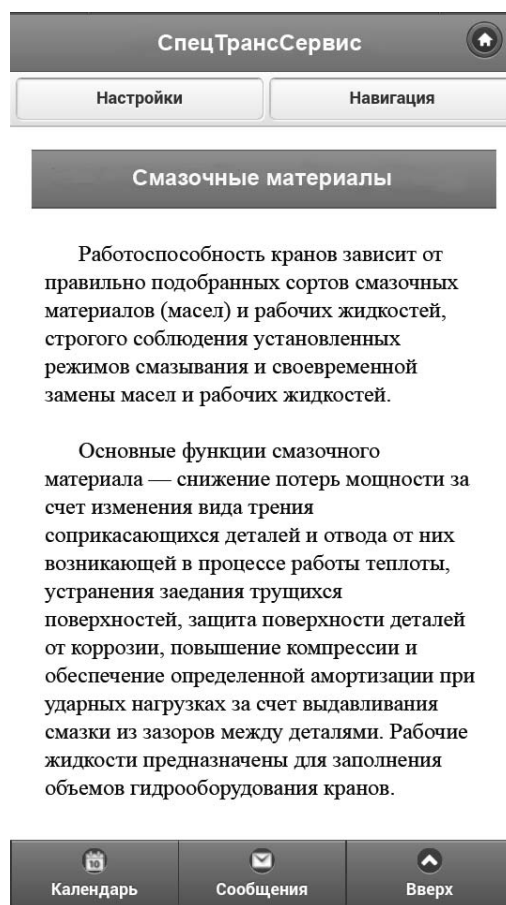


Рис. 9. ЭОР лекционного типа в виде текстовой информации

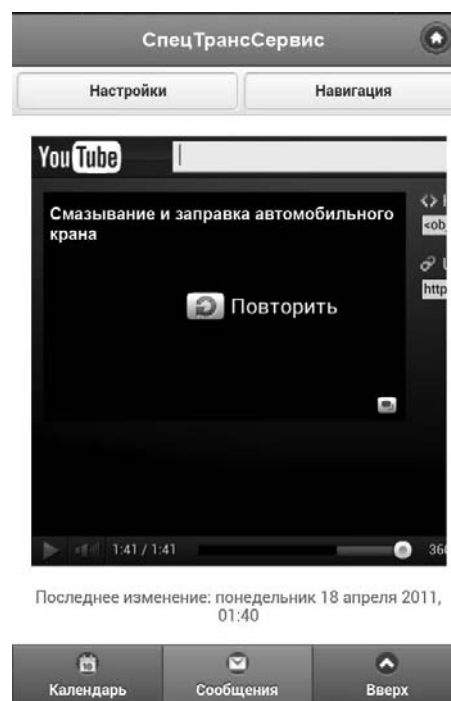


Рис. 10. ЭОР лекционного типа в виде видеоконтента

Видеокурсы являются более предпочтительными в сравнении с простым тексто-графическим представлением. Простые текстовые форматы более уместно использовать для глоссариев и разного рода инструкций и пояснений.

#### **Разработка ЭОР коммуникационного типа**

Для коммуникации простейшим механизмом в системе является форум. Пользователи имеют возможность обсуждать насущные проблемы в рамках учебного курса, обмениваться знаниями и материалами, помогать друг другу в освоении материалов.

The screenshot shows a mobile application interface for creating a forum post. At the top, there's a header 'СпецТрансСервис' with a home icon. Below it are two buttons: 'Настройки' and 'Навигация'. A paragraph of text explains the forum's purpose: 'Форум дает нам возможность коллективного обсуждения пройденного материала. Участие в форуме - приветствуется и положительно оценивается.' Below this is the label 'Тема для обсуждений' followed by a text input field labeled 'Тема\*'. Underneath is another text input field labeled 'Сообщение\*'. Below that is a dropdown menu labeled 'Формат HTML'. Further down is a section for 'Подписка ?' with a checkbox and the text 'Отправлять мне по электронной почте копии сообщений этого форума'. At the bottom, there is a navigation bar with three buttons: 'Календарь', 'Сообщения', and 'Вверх'.

Рис. 11. Окно создания сообщения на форуме

Общаясь с коллегами, обучаемый выстраивает важные профессиональные связи, которые помогают лучше справиться с усвоением материала.

Используя форумы, обучаемые имеют возможность общаться не только со своими коллегами, но и с преподавателями. Пользователь может задать вопрос преподавателю в любое время и из любого месторасположения, имея свое мо-

бильное устройство и подключение к сети Интернет. Преподаватель также может дать ответ из любого места в удобное для себя время.

#### **Заключение**

Таким образом, проведен анализ программного обеспечения, необходимого для построения грид-среды. Проанализирован функциональный состав модулей программного обеспечения, а также дана их сравнительная оценка.

Разработана логическая модель базы данных отдельных модулей, применяемых в системе подготовки и переподготовки персонала на промышленных предприятиях.

Предложен вариант программной реализации электронных образовательных ресурсов для системы подготовки и переподготовки персонала промышленных предприятий, рассчитанных на работу с мобильных устройств.

#### **Литература**

1. Демичев А.П., Ильин В.А., Крюков А.П. Введение в грид-технологии // Препринт НИИ-ЯФ МГУ. – 2007. – 11/832. – С. 17–35.
2. Jeffery K.G. Next Generation Grids for Environmental Science // Environmental Modelling & Software. – 2007. – Vol. 22. – No. 3. – Pp. 281–287.
3. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Методы проектирования информационных систем : учебное пособие. – М. : РосНОУ, 2004. – 144 с.
4. Albert K.W. Yeung, G. Brent Hall. Spatial Database Systems: Design, Implementation and Project Management (GeoJournal Library). ISBN 1402053932, 2007. – 564 p.
5. Меркулов А.М. Обучение при помощи мобильных устройств – новая парадигма электронного обучения // Молодой ученый. – 2012. – № 3. – Т. 1. – С. 53–57.
6. Меркулов А.М., Петриков П.А., Исмоилов М.И., Остроух А.В. Обучение при помощи мобильных устройств с применением грид-технологий // В мире научных открытий. – 2012. – № 5. – С. 194–204.
7. Остроух А.В. Опыт разработки электронных образовательных ресурсов нового поколения для дистанционной технологии обучения // В мире научных открытий. – 2011. – № 9 (21). – С. 149–158.
8. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Электронные образовательные ресурсы в профессиональном образовании : монография // LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, Germany, 2011. – 184 с.: ил.
9. Остроух А.В., Петриков П.А., Сурко-

ва Н.Е., Краснянский М.Н. Автоматизация процесса подготовки персонала промышленных предприятий на основе интегрированной обучающей среды // Вестник Российского нового университета. Серия «Естествознание, математика, информатика». – 2012. – Вып. 4. – С. 81–88.

10. Остроух А.В., Краснянский М.Н., Петриков П.А., Михайлова Н.В. Разработка автоматизированной системы дистанционного обучения на основе программного обеспечения с открытым кодом // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». – 2012. – № 12. – С. 76–86.

11. Остроух А.В., Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Дедов Д.Л. Алгоритм проектирования виртуальных тренажерных комплексов для обучения операторов технических систем // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2012. – № 3. – С. 68–75.

12. Остроух А.В., Меркулов А.М., Петриков П.А., Бакагин Ю.П. Принцип разработки учебных материалов для автоматизированных систем подготовки персонала нефтехимических

предприятий // В мире научных открытий. Серия «Проблемы науки и образования». – 2012. – № 2.6 (26). – С. 184–193.

13. Остроух А.В., Маламут А.Ю., Баринов К.А., Краснянский М.Н., Ягудаев Г.Г. Алгоритм проектирования виртуального тренажерного комплекса для переподготовки персонала нефтехимического предприятия // В мире научных открытий. – Серия «Проблемы науки и образования». – 2012. – № 2.6 (26). – С. 168–174.

14. Остроух А.В., Краснянский М.Н., Карпушкин С.В., Дедов Д.Л. Постановка задачи проектирования виртуальных тренажерных комплексов для обучения операторов технических систем // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2012. – № 2. – С. 46–50.

15. Остроух А.В., Краснянский М.Н., Баринов К.А., Дедов Д.Л., Руднев А.А. Виртуальные тренажерные комплексы для обучения и тренинга персонала химических и машиностроительных производств // Вестник ТГТУ. – 2011. – Т. 17. – № 2. – С. 497–501.