

Г.Ю. Маклаков, Д.Н. Гешев

## Методологические принципы организации виртуальных учебных сред подготовки авиационных специалистов

Рассмотрены принципы создания виртуальных центров подготовки авиационных специалистов на основе технологии *Cloud Computing*. Для реализации технологии использована модель *Software-as-a-Service*. Сформулирован критерий уровня профессиональной подготовки авиационного специалиста. Рассмотрены вопросы оптимизации компьютерной оценки знаний студентов. Предложена система тестирования знаний на основе ортогональных латинских квадратов.

The principles of creation of virtual centers for the training of aviation specialists on the basis of Cloud Computing technology are suggested. SaaS (Software-as-a-Service) model is used for the realization of the CC. The criterion which characterizes the level of professional training of an aviation specialist is formulated. The problems of optimizing the students' knowledge estimation are considered. The knowledge testing system based on the orthogonal Latin squares is suggested.

Розглянуто принципи створення віртуальних центрів підготовки авіаційних фахівців на основі технології *Cloud Computing*. Для реалізації технології використано модель *Software-as-a-service*. Сформульовано критерій рівня професійної підготовки авіаційного фахівця. Розглянуто питання оптимізації комп'ютерної оцінки знань студентів. Запропоновано систему тестування знань на основі ортогональних латинських квадратів.

**Введение.** Дистанционное обучение (ДО) авиационного персонала – признанная во всем мире эффективная методика подготовки (переподготовки) специалистов. Активное использование ДО в подготовке авиационных специалистов началось с 2000 г., когда *FAA (Federal Aviation Administration)*, регулирующая в США отрасль гражданской авиации, предложила авиакомпаниям создать альтернативную программу обучения, которая бы экономила время сотрудников и средства работодателя и обеспечивала качество подготовки кадров. По данным Международного комитета по компьютерному обучению в авиации, в практике ведущих авиакомпаний доля *on-line* обучения составляет ~80% от общего объема теоретических курсов. Лидерами в использовании *on-line* систем являются *Delta* и *Northwest Airlines* ~ 100% курсов [1].

Приоритетное направление совершенствования системы ДО – обеспечение уровня качества обучения, соответствующего международным стандартам (*ISO-9000: International Organization for Standardization Quality in Education*). Одним из путей совершенствования качества обучения есть создание информационно-коммуникационных образовательных пространств. Большую роль в разработке методологии создания таких сред сыграли исследования отечественных ученых: Гриценко В.И., Манак А.Ф., Синицы Е.М., Мазурок Т.Л. и др. Однако подготовка авиационных специалистов существенно

отличается от подготовки специалистов по другим специальностям. Поэтому создание информационно-коммуникационных образовательных пространств, ориентированных на подготовку авиационных специалистов, имеют свои особенности. В связи с этим целесообразно из всего множества информационно-коммуникационных образовательных пространств выделить подмножество – подкласс виртуальных учебных сред (ВУС) подготовки авиационных специалистов.

### Постановка задачи

Цель статьи – отражение результатов разработки теоретических положений и инженерно-технических решений ВУС подготовки авиационных специалистов: «Виртуальная высшая школа “Авиация”».

### Особенности подхода к разработке архитектуры и структуры ВУС подготовки авиационных специалистов

Анализ особенностей подготовки авиационных специалистов позволил сформулировать требования, которые необходимо учитывать при проектировании ВУС:

- жесткая регламентация требований к системе тестирования (обучения) со стороны *ICAO (International Civil Aviation Organization)*;
- высокая мотивация обучаемых;
- разграничение теоретической и практической подготовки;
- активное использование тренажерных комплексов;

- использование сложных моделирующих систем;
- сочетание «традиционной» подготовки с психосоциальным тренингом (подготовка в области «человеческого фактора»);
- акцент на тестирование умений и навыков;
- активное использование в учебном процессе современных научно-технических и педагогических достижений;
- непрерывный контроль качества подготовки.

Отметим, что задача ВУС – обеспечение ключевой роли эффективной коммуникации для получения необходимых навыков в своей профессиональной деятельности, а также обеспечение результативной коммуникации между участниками учебного процесса на основе использования современных информационных технологий. ВУС также должна способствовать формированию положительного отношения к использованию современных компьютерных технологий и информационно-коммуникативной компетентности в своей профессиональной деятельности.

На основании сформулированных требований к подготовке авиационных специалистов и анализа прогрессивных педагогических информационных технологий были предложены принципы построения ВУС:

- Организация ВУС на основе децентрализованных распределенных систем дистанционного обучения (ДРСДО).
- Использование интеллектуальных обучающих и контролирующих систем.
- Создание виртуальных лабораторий для работы на тренажерах.
- Использование технологии «облачных вычислений» (*Cloud computing*).
- Создание компьютерных систем оценки качества ВУС.

### Организация ВУС на основе ДРСДО

Проведенные исследования [2–4] показали, что для создания эффективной виртуальной среды обучения целесообразно использовать информационно-коммуникационную среду, технически реализованную путем децентрализации

информационных ресурсов. Суть такого подхода состоит в том, что структура сети, поддерживающая систему ДО, динамически изменяется в зависимости от количества запросов пользователей и наличия свободных преподавателей, с учетом обеспечения необходимого качества ДО [2]. Рассмотрим структуру ДРСДО применительно к системе подготовки авиационных специалистов. На рисунке изображена структурная схема ДРСДО.



Блоки «Преподаватели» отражают тот факт, что преподаватели могут находиться в разных точках города, региона, государства, континента.

Блоки «Пользователи» отражают возможность связи с отдельным пользователем по сети Интернет, причем предполагается, что пользователь может работать и у себя дома. Если у участника ДРСДО нет возможности работать индивидуально за компьютером, тогда он может подключаться к ДРСДО и выполнять соответствующие задания в центрах коллективного доступа.

Блок «Супервайзер ДО» (блок «S» на рисунке) осуществляет координацию работы ДРСДО, в частности обрабатывает запросы пользователей к вычислительным ресурсам, оптимизирует время выполнения таких запросов, распределяет обучаемых по преподавателям и т.д. Супервайзер представляет собой программный комплекс, координирующий распределение ресурсов ДРСДО для контроля качества телекоммуникационных сервисов и автоматического поддержания эффективной работы ДО. Присутствие неопределенности в процессе принятия решений по совершенствованию качества компьютерной сети и оптимальному распределению

нию учебного контента не позволяет точно оценить роль всех факторов, влияющих на качество образовательных услуг. Принятие решения при оценке качества услуг осложняется тем, что в настоящее время отсутствуют четко определенные критерии и алгоритмы оценки эффективности ДО. В связи со сказанным, супервайзер построен на основе теории искусственного интеллекта [3, 4].

Блоки «Серверы вузов» отражают возможность создания локальных серверов в определенных учебных заведениях, обладающих требуемыми вычислительными ресурсами, например виртуальной лабораторией, для доступа к уникальным авиационным тренажерам. Для повышения качества подготовки авиационных специалистов в системе ДО в блок «Серверы вузов» предлагается ввести интеллектуальную систему тренинга и контроля знаний авиационного английского языка.

### **Организация виртуальной лаборатории**

Для обеспечения необходимого качества дистанционной подготовки авиационных специалистов особое внимание следует уделить организации виртуальной лаборатории. В структуру виртуальной лаборатории должны быть включены тренажеры, предназначенные для формирования интеллектуальных умений, развития интуиции и творческих способностей в сфере профессиональной деятельности, и тренажеры для развития операторских навыков. Существенной частью тренажеров есть дидактический интерфейс, позволяющий проводить интерактивное решение учебных задач в режиме детерминированного исследования. Предлагается особое внимание уделить процедурным тренажерам. Такие тренажеры обеспечивают отработку действий экипажа в нормальных (штатных), сложных и аварийных ситуациях полета в реальном масштабе времени на всех этапах выполнения. Процедурные тренажеры целесообразно использовать и для отработки навыков авиационных диспетчеров.

В виртуальной лаборатории предлагается применять технологию «облачных вычислений» (*Cloud Computing*) – технология распределенной обработки данных, в которой компьютер-

ные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как Интернет-сервис [5]. Благодаря современным информационным технологиям появилась возможность объединения многочисленных интернет-серверов в единые кластеры с практически неограниченной производительностью. Помимо высокой надежности, такие кластеры позволяют оптимизировать нагрузку на каждый сервер, а следовательно, значительно снизить стоимость компьютерных ресурсов.

Для обеспечения согласованной работы ЭВМ, предоставляющих услугу облачных вычислений, предлагается использовать модель *SaaS* (*Software-as-a-Service*). *SaaS* – это модель использования учебного программного обеспечения в качестве интернет-сервисов. *SaaS*-приложения работают на сервере *SaaS*-провайдера, а пользователи получают к ним доступ через интернет-браузер. Другими словами, студент (пользователь) не покупает *SaaS*-приложение, а арендует его на сервере вуза. Таким образом достигается экономический эффект – одно из главных преимуществ *SaaS*.

Основные преимущества *SaaS* в сравнении с традиционным программным обеспечением – более низкая стоимость эксплуатации, короткие сроки внедрения, возможность получить более высокий уровень обслуживания программного обеспечения (ПО), отсутствие проблем с нелегальным распространением ПО, полная мобильность пользователя, ограниченная лишь «интернет-покрытием», поддержка географически распределенных компаний и удаленных сотрудников, низкие требования к мощности компьютера пользователя, мультиплатформенность и др.

Помимо этого, *SaaS* обеспечивает автоматическое обновление ПО без дополнительных затрат со стороны пользователя и возможность менять объем предоставляемых услуг в любой момент. С точки зрения провайдера, к достоинствам *SaaS* относится то, что обслуживается единое программное ядро, которым пользуются все клиенты, и потому тратится меньшее количество ресурсов в сравнении с управлением отдельными копиями программного обеспечения для каждого заказчика. Кроме того, исполь-

зование единого программного ядра позволяет планировать вычислительные мощности и уменьшает проблему пиковых нагрузок для отдельных заказчиков. Все это позволяет существенно снизить стоимость обслуживания ПО.

Для реализации модели *SaaS* используется портал *Deskwork 4* [5]. Рассмотренный ранее подход позволил реализовать в виртуальной лаборатории онлайн-проекты. Онлайн-проекты – это проекты, которые реализуются пользователями (студентами), живущими в разных частях города или вообще в разных городах. Такие проекты не требуют конкретного помещения. Вместо традиционной лаборатории в них используется виртуальная, в которой хранится информация, происходит совместная работа и общение участников проекта. Главное достоинство онлайн-проектов состоит в том, что выбор профессионалов для проекта не ограничивается одним городом. Руководитель проекта может привлечь наиболее талантливых и наиболее подходящих участников со всего мира.

#### **Обеспечение качества подготовки специалистов**

Один из существенных моментов обеспечения качества подготовки специалистов – разработка адекватного критерия оценки качества подготовки.

В подготовке авиационных специалистов можно выделить три этапа: теоретическое обучение, тренажерную подготовку и подготовку на учебном летательном аппарате. Это соответствует иерархической структуре модели деятельности человека, где на верхнем уровне находятся знания, на среднем – умения, на нижнем – навыки. Причем об эффективности тренажерной подготовки говорят повышение качества подготовки летных экипажей и безопасности полетов.

В качестве первого приближения для организации комплексного процесса профессиональной подготовки авиационных специалистов будем оценивать эффективность шести видов подготовки [6]:

- теоретической, формирующей научный эвристический уровень знаний, навыков и умений;

- физической, формирующей физическую выносливость, устойчивость к гиподинамическому режиму, работоспособность;

- психологической, формирующей психологическую готовность к профессиональной деятельности в целом;

- тренажерной, моделирующей профессиональную деятельность в отдельном ее фрагменте в обычных и экстремальных условиях;

- реальной профессиональной деятельности в различных условиях;

- психофизиологической, формирующей устойчивость психического и физического уровня человеческого фактора к экстремальным условиям.

К уже перечисленным целесообразно добавить весьма значимый вид подготовки – лингвистический, формирующий соответствующий уровень знаний, навыков, умений общения на английском языке (проведение радиообмена) на уровне, определяемом требованиями Международной организации гражданской авиации *ICAO*.

Целесообразно установить численный критерий, оценивающий уровень профессиональной подготовки авиационного специалиста как среднее геометрическое взвешенное набора частных показателей качества  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  с соответствующими весами  $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$  ( $n$  – количество значимых показателей):

$$\bar{x} = \left( \prod_{i=1}^n x_i^{\omega_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^n \omega_i} = \exp \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \sum_{i=1}^n \omega_i \ln x_i \right). \quad (1)$$

Выражение (1) – наиболее общее выражение, определяющее качество профессиональной подготовки специалиста. С учетом вышеприведенных видов подготовки авиационного специалиста ( $n = 7$ ) и принимая в качестве допущения равенство весов ( $W_i$ ), получим критерий уровня подготовки ( $K_{\text{под}}$ ):

$$K_{\text{под}} = \sqrt[7]{K_{\text{теор}} K_{\text{физ}} K_{\text{псих}} K_{\text{тр}} K_{\text{рпд}} K_{\text{псфиз}} K_{\text{линг}}},$$

где уровни подготовки следующие:

$K_{\text{под}}$  – теоретической;  $K_{\text{физ}}$  – физической ;  
 $K_{\text{псих}}$  – психологической;  $K_{\text{тр}}$  – тренажерной;  
 $K_{\text{рпд}}$  – подготовки к реальной профессиональ-

ной деятельности;  $K_{\text{псфиз}}$  – психофизиологической;  $K_{\text{линг}}$  – лингвистической.

Следует отметить, что проверка итоговых знаний и уровень приобретенных навыков для авиационных специалистов проводится по специальным тестам, разработанным ICAO. Структура этих тестов жестко регламентирована, как и порядок проведения тестирования четко определен. Однако для проведения текущего контроля желательно иметь более гибкую систему тестирования, позволяющую всесторонне оценить не только глубину приобретенных знаний, но и выявить недостаточно усвоенные разделы курса.

Для реализации такой системы диагностики знаний предлагается сформулировать задачу тестирования знаний обучаемого следующим образом: процесс тестирования рассматривать как эксперимент, который необходимо спланировать таким образом, чтобы при минимальном числе тестовых заданий получить максимально достоверную информацию о знаниях студента. В такой постановке задача может быть успешно решена методами математической теории эксперимента [7].

Для выбора конкретной методики планирования процесса тестирования сформулируем специфические требования, предъявляемые к системе управления контролем знаний:

- факторы имеют преимущественно качественные характеристики (имеют вид лингвистических переменных);
- отклик системы может иметь как количественное описание (рейтинг), так и качественное (оценки по шкале *ECTS* – «А», «В», «С», «D», «E», «FX», «F»);
- необходимо получить частные зависимости отклика от каждого из факторов;
- целесообразно учесть факторы внешней среды («шум»), влияющие на процесс тестирования;
- необходимо предусмотреть возможность вычисления отклика системы при нечетко заданных критериях оценки.

Сформулированным требованиям больше всего соответствуют методы комбинаторного планирования. Детальное рассмотрение ком-

бинаторных планов позволило выбрать для оптимизации процесса тестирования метод планирования на основе ортогональных латинских квадратов, который показал высокую эффективность при исследовании технических систем [8–9]. При этом будем руководствоваться следующими определениями.

Латинский квадрат – квадратная матрица порядка  $n$ , каждая строка и каждый столбец которой является перестановкой элементов конечного множества  $S$ , состоящего из  $n$  элементов (число  $n$  называют порядком квадрата). Обычно  $S = \{1, 2, \dots, n\}$  [10].

Ортогональный латинский квадрат [10] – пара латинских квадратов

$$A = \|a_{ij}\| \text{ и } B = \|b_{ij}\|,$$

порядка  $n$  таких, что  $(a_{ij}, b_{ij}) \neq (a_{kl}, b_{kl})$  при  $(i, j) \neq (k, l)$ ,  $i, j, k, l \in S = \{1, 2, \dots, n\}$ .

Факторы – входные переменные, поступающие на вход системы  $(x_1, x_2, \dots, x_k)$ . В нашем случае – это тестовые задания. Каждый фактор оценивается качественными оценками (смысловым содержанием вопроса), т.е. он в принципе не может иметь количественной оценки уровней. Отклик – выходные переменные, снимаемые с выхода системы  $(y_1, y_2, \dots, y_e)$ . В нашем случае – оценки (рейтинг) студента. Каждый фактор  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$  может принимать в эксперименте одно или несколько значений, называемых уровнями. Фиксированный набор уровней факторов определяет одно из возможных состояний рассматриваемой системы. Одновременно этот набор представляет собой условия проведения одного из возможных экспериментов.

Предложенная система тестирования на основе комбинаторных методов планирования эксперимента позволила, кроме вычисления оценки (рейтинга) студента, получить зависимости изменения рейтинга студента от сложности вопроса при тестировании по каждому модулю и зависимости рейтинга студентов с разным уровнем подготовки от сложности задаваемого вопроса при тестировании по определенному модулю. Таким образом, появилась возможность не только сократить время тестирования, но и проводить изучение причин неуспеваемости студентов по отдельным модулям курса, опре-

делять, какие вопросы лучше усвоены студентами, и вырабатывать соответствующую тактику корректировки изложения дисциплины.

Отдельные компоненты виртуальной учебной среды для подготовки авиационных специалистов прошли апробацию в лаборатории технологий дистанционной профессиональной подготовки авиационных специалистов Кировоградской летной академии Национального авиационного университета Украины и используются на кафедре «Воздушный транспорт» технического университета Софии (Болгария) при организации виртуальной высшей школы «Авиация».

**Заключение.** Развитие информационных технологий *Cloud Computing* – весьма перспективное направление организации виртуальных учебных сред подготовки авиационных специалистов. Организация виртуального центра, на основе предложенных рекомендаций, не имеет принципиальных ограничений ни на расширение контента новыми информационно-вычислительными комплексами, ни на совершенствование пользовательских сервисов, ни на расширение функциональных возможностей этого *Web*-ресурса.

1. Бармина Т.Б. Дистанционное обучение как инновационный путь подготовки авиационных специалистов. – [http://people.eventair.ru/images/2010/GU\\_MAU.doc](http://people.eventair.ru/images/2010/GU_MAU.doc). – Дата доступа: 22.12.11.

2. Маклакова Г.Г. Основные принципы создания распределенной системы дистанционного обучения на базе виртуальной среды // УСиМ. – 2008. – № 1. – С. 76–83.
3. Маклаков Г.Ю., Маклакова Г.Г. Основные принципы построения интеллектуальной системы мониторинга качества дистанционного обучения // Компьютерная наука и технологии. Година VI. Брой 1/2008. ТУ – Варна. – С. 78–83.
4. Маклаков Г.Ю. Интеллектуална система за анализ на качеството на телекомуникационните услуги в децентрализираните разпределени системи за дистанционно обучение // II междунар. науч. конф. «Е-управление»: Материали за конференции. – Созопол. България.: Изд-во на ТУ-София, 2010. – С. 173–176.
5. Маклаков Г.Ю., Маклакова Г.Г. Использование технологии *Cloud Computing* в системе дистанционного обучения // Теория та методика електронного навчання: Зб. наук. пр. Вип. II. – Кривий Ріг: Вид. від. НметАУ, 2011. – С. 306–312.
6. Авиационная педагогика: Учебник / Р.Н. Макаров, С.Н. Неделько, А.П. Бамбуркин и др. – Москва–Кировоград: МНАПЧАК, ГЛАУ, 2005. – 433 с.
7. Маклакова Г.Г. Оптимизация процесса тестирования знаний методами комбинаторного планирования эксперимента // УСиМ. – 2007. – № 2. – С. 56–62.
8. Маркова Е.В., Лисенков А.Н. Комбинаторные планы в задачах многофакторного эксперимента. – М.: Наука, 1979. – С. 125–133.
9. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. – М.: Мир, 1972. – 38 с.
10. Математическая энциклопедия. Т. 4. – М.: Сов. энцикл., 1984. – 1215 с.

E-mail: m77746@mail.ru

© Г.Ю. Маклаков, Д.Н. Гешев, 2012