

Инфокоммуникационные технологии в образовании

DOI: 10.5862/JCSTCS.229.10

УДК 004.7

М.Ю. Маслов, С.М. Носницын, А.В. Самочадин, К.Е. Логинов

АРХИТЕКТУРА СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

M.Yu. Maslov, S.M. Nosnitsyn, A.V. Samochadin, K.E. Loginov

AN ARCHITECTURE OF AN ENTERPRISE MOBILITY MANAGEMENT SUITE FOR EDUCATION ESTABLISHMENTS

Интеграция мобильных устройств и сервисов в корпоративную инфраструктуру – актуальная для многих организаций задача, для решения которой чаще всего используются системы управления мобильностью предприятия (ЕММ). При внедрении системы ЕММ в образовательных учреждениях необходимо учитывать ряд специфических требований, связанных как с особенностями бизнес-процессов, так и с существенными отличиями между разными образовательными учреждениями. В статье проанализированы эти требования и предложена разработанная на их основе архитектура системы ЕММ. Особенностью этой архитектуры является возможность гибкого конфигурирования системы с учетом структуры и потребностей организации.

МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА; УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ; АРХИТЕКТУРА; ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ.

Integration of mobile devices and services into the corporate IT infrastructure is an essential task for many organizations. The main approach to this problem involves an enterprise mobility management (EMM) system. Commercially available EMM systems share a relatively common set of basic features that are necessary for almost any organizations. Nevertheless, a specific business may require an EMM system to implement custom functionality to support its processes. In this paper, we consider the requirements specific to the domain of education. The most important requirement is the configurability of the EMM system, as schools and universities differs greatly in the amount of students and staff, and in the structure of the educational process. We propose an EMM system architecture that matches these requirements and allows constructing a scalable and configurable solution for mobility management in education.

MOBILE DEVICES; ENTERPRISE MOBILITY MANAGEMENT; SYSTEM ARCHITECTURE; EDUCATION.

Наличие мобильных устройств у большинства сотрудников стимулирует организации активно применять их в бизнес-процессах. Для этого используются специализированные решения, позволяющие безопасно и эффективно интегрировать личные мобильные устройства в корпоративную ИТ-среду. Интеграция мобильных устройств и технологий социаль-

ных сетей в корпоративную среду сегодня является главным стратегическим направлением развития в области информационных технологий [1].

Наиболее популярный подход к решению задачи интеграции – применение систем управления мобильностью предприятия (Enterprise Mobility Management – ЕММ). В соответствии с популярным опре-

делением компании Gartner, ЕММ — это класс программных средств, обеспечивающих использование мобильных устройств в корпоративных деловых процессах путем интеграции этих аппаратных средств в ИТ-системы и в среды обеспечения безопасности на всех этапах управления жизненным циклом ИТ [2].

Средства управления мобильностью предприятия ориентированы на решение комплекса задач по управлению мобильными устройствами (Mobile Device Management — MDM), мобильными приложениями (Mobile Application Management — MAM) и контентом (Mobile Content Management — MCM). На основании исследования большого количества средств этого класса Gartner выделяет следующий набор основных функций ЕММ [3].

- Управление мобильными устройствами: подготовка устройств к работе (удаленное конфигурирование мобильных устройств, операционных систем, настройка Wi-Fi, VPN, APN), управление инвентаризацией мобильных устройств, контроль соответствия мобильных устройств корпоративным политикам, геолокация.

- Управление мобильными приложениями: установка и удаление, управление конфигурацией и политиками приложений, контроль соответствия приложений корпоративным политикам, учет использования приложений, защита приложений, «черные списки» приложений.

- Управление контентом: обеспечение доступа к данным, защита корпоративных данных, управление правами доступа, шифрование данных, контроль информационных потоков, предоставление защищенного доступа к внутренним ИТ-ресурсам, отслеживание угроз безопасности данных (потеря устройств, неавторизованное реконфигурирование, увольнение сотрудников), удаленное устранение проблем, удаленное стирание (частичная или полная очистка данных при компрометации устройства).

Одним из главных факторов, влияющих на устройство систем ЕММ, является необходимость поддержки большого количества одновременно представленных на рынке мобильных систем разных производителей,

реализующих различные аппаратные и программные решения. Кроме того, системы ЕММ должны удовлетворять не только базовым, но и специфическим требованиям, которые определяются конкретными областями их применения [4, 5]. Указанные обстоятельства приводят к различным архитектурным решениям, применяемым при разработке ЕММ-инструментов.

Эта статья посвящена разработке системы управления мобильными устройствами, ориентированной на использование в образовательных учреждениях. Область применения выдвигает существенные требования, связанные как с поддерживаемой функциональностью, так и с нефункциональными характеристиками. В статье описываются технические решения, принятые при разработке системы. Они позволяют системе удовлетворять как общим требованиям к системам ЕММ, так и более специфическим требованиям, накладываемым областью применения. Насколько нам известно, ранее архитектуры систем управления мобильными устройствами, удовлетворяющих таким требованиям, в литературе не описывались.

Функциональность

Основная область применения разрабатываемой системы ЕММ — образовательные учреждения. Они имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании системы [6].

- Наличие большого количества пользователей, каждый из которых нуждается в индивидуальном наборе приложений и доступе к разнообразному контенту. Это условие приводит к требованию расширенной функциональности уровней МAM и МСМ. В то же время отсутствие специальных требований к безопасности позволяет ограничиться базовыми функциями уровня MDM.

- Существование организаций разного размера: от нескольких сотен обучающихся и сотрудников в школах и колледжах до десятков тысяч студентов и сотрудников в больших университетах. Кроме величины, эти организации обычно обладают разными требованиями к функциональности,

обусловленными различиями реализуемых образовательных программ и контингента обучающихся. Все это приводит к необходимости разработки масштабируемых решений, обладающих развитыми возможностями настройки на конкретную образовательную организацию.

- Необходимость одновременного выполнения отдельных приложений большим количеством пользователей. Например, сервис контроля посещаемости в начале занятий может использоваться большинством студентов университета.

- Необходимость развитой системы групповых политик (например, в рамках каждой дисциплины студенты могут иметь доступ к различным ресурсам).

- Необходимость интеграции с различными информационными системами образовательного учреждения.

- Потребность в развитых средствах коммуникации между пользователями: короткие сообщения, электронная почта, корпоративные социальные сети.

- Необходимость развитых средств управления корпоративными приложениями в условиях многообразия аппаратных и

программных платформ: в частности, наличие корпоративных магазинов приложений для разных мобильных операционных систем.

- Наличие нескольких категорий пользователей (учащиеся, преподаватели, административный и вспомогательный персонал), для которых характерны различные сценарии использования устройств, а также использование устройств различных типов (смартфоны, планшеты, ноутбуки, стационарные компьютеры).

Архитектура системы управления мобильными устройствами

Результаты исследования 20 наиболее популярных средств ЕММ [5] показывают, что базовая функциональность поддерживается большей частью систем (табл. 1).

Архитектура существующих средств ЕММ [6–9], реализующая базовую функциональность, включает в себя программы-агенты, выполняемые на мобильных устройствах, управляющий сервер ЕММ, сервер базы данных, портал самообслуживания, почтовую службу. В качестве службы уведомлений системы ЕММ

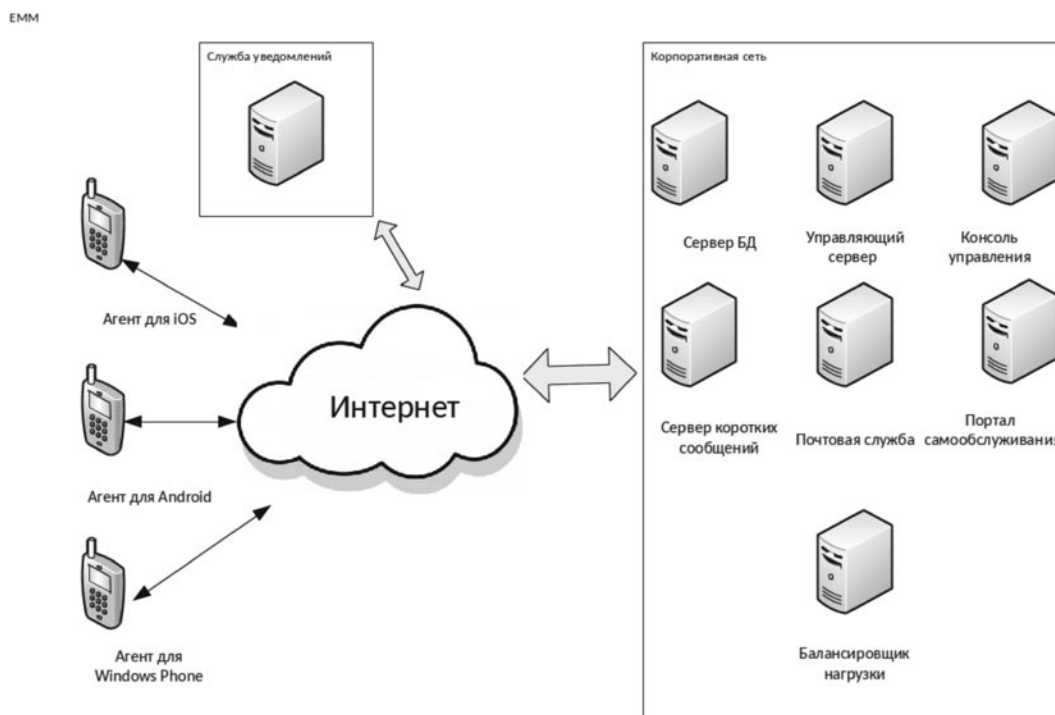


Рис. 1. Схема системы управления мобильными устройствами для образовательных организаций

Таблица 1

Поддержка основных функций известными реализациями EMM

| Основная функциональность | | Доля поддерживающих систем, % |
|---------------------------------------|---|-------------------------------|
| Поддержка основных мобильных платформ | Windows Phone | 90 |
| | Android | 100 |
| | iOS | 100 |
| Используемые способы поставки | Облачное решение | 80 |
| | Локальное решение | 90 |
| Управление мобильными устройствами | Удаленное конфигурирование | 100 |
| | Управление инвентаризацией мобильных устройств | 90 |
| | Контроль соответствия мобильных устройств корпоративным политикам | 80 |
| | Геолокация и применение политик по местоположению | 40 |
| | Блокировка устройств | 100 |
| | Блокировка сенсоров | 90 |
| Управление мобильными приложениями | Инициализация и деинициализация приложений | 100 |
| | Управление конфигурацией и политиками приложений | 90 |
| | Учет использования приложений | 80 |
| Управление контентом | Обеспечение защищенного доступа к данным; контроль информационных потоков | 100 |
| | Предоставление защищенного доступа к внутренним ИТ-ресурсам | 80 |
| | Отслеживание угроз для данных | 80 |

Таблица 2

Реализация в известных EMM возможностей, характерных для сферы образования

| Основная функциональность | Доля поддерживающих функциональность средств, % |
|---|---|
| Поддержка большого числа (до 10 000) пользователей | 55 |
| Наличие большого количества (до 100) типов пользователей | 60 |
| Развитая система групповых политик | 45 |
| Корпоративные магазины приложений для разных платформ | 40 |
| Наличие большого количества средств коммуникации между пользователями | 65 |
| Интеграция с различными информационными системами | 75 |

используют соответствующие службы поддерживаемых платформ (Apple Push Notification service, Google Cloud Messaging, Microsoft Push Notification Service).

Функциональность, определяемая требованиями предметной области, поддерживается существенно реже [3, 5, 10, 11]. Табл. 2 содержит обобщенные сведения о реализации соответствующих возможностей для наиболее популярных средств ЕММ.

Следует отметить, что всем требованиям предметной области не удовлетворяет ни одно из исследованных средств.

Необходимость удовлетворения перечисленных выше требований, которые определяются областью применения системы, привела к ряду архитектурных решений. В качестве основного принципа организации был выбран сервисно-ориентированный подход. Отдельные элементы функциональности реализуются в виде модулей, связываемых между собой посредством протоколов взаимодействия. Это дает возможность формирования нужного набора функций как путем удаления неиспользуемых модулей, так и путем добавления новых модулей, реализующих ранее не предусмотренные возможности. Сформированный набор модулей покрывает всю заявленную функциональность и позволяет легко расширять ее, если возникнет необходимость. Такое решение обеспечивает адаптацию разрабатываемых средств к требованиям различных образовательных учреждений.

Необходимость поддерживать разные типы клиентских устройств требует поддержки разных типов клиентских приложений (собственные приложения мобильных платформ, веб-клиенты, приложения для настольных операционных систем). Такая возможность достигается за счет открытого унифицированного API и интерфейса REST.

Унифицированная поддержка различных мобильных платформ реализуется с помощью введения для каждой платформы специального встраиваемого модуля для подключения мобильного устройства, трансляции команд сервера ЕММ в команды управления мобильным устройством и в обратном направлении, а также для взаи-

модействия с модулем управления мобильными устройствами, входящими в состав мобильной ОС.

С учетом перечисленных архитектурных решений система управления мобильными устройствами для образовательных учреждений состоит из следующих компонентов (см. рис. 1).

1. *Сервер базы данных.* Обеспечивает хранение информации о пользователях и мобильных устройствах, хранение инвентаризационной информации, конфигурационных данных, политик, распространяемых приложений и документов. Взаимодействие компонентов системы с сервером базы данных осуществляется через управляющий сервер.

2. *Консоль управления.* Необходимость централизованного управления мобильными устройствами пользователей со стороны ИТ-службы образовательного учреждения определила включение в архитектуру системы компонента «консоль управления», который служит для включения, выключения и настройки всех функций системы ЕММ. Консоль управления предоставляет графический интерфейс администратора для всех модулей управляющего сервера.

3. *Сервер коротких сообщений.* Необходимость массовой рассылки сообщений (например, в случае экстренных оповещений) реализуется с помощью специального компонента «Сервер рассылки коротких сообщений», работающего независимо от основного сервера ЕММ.

4. *Почтовая служба.* Стандартный сервис, обеспечивающий функционирование корпоративной электронной почты.

5. *Портал самообслуживания.* Обеспечивает доступ пользователей к ряду функций ЕММ. При помощи портала самообслуживания пользователь может самостоятельно зарегистрировать мобильные устройства и отправлять на свои мобильные устройства некоторые команды, такие как блокировка экрана, сброс кода разблокировки, временное отключение устройства от системы, просмотр местоположения, проигрывание звукового сигнала. Помимо этого, через портал самообслуживания пользователь имеет доступ к функциям отправки и полу-

чения сообщений, просмотра корпоративных документов, просмотра списка доступных веб-сервисов.

6. *Сервер балансировки нагрузки.* Для обеспечения одновременной работы большого количества пользователей в состав системы введены средства балансировки нагрузки. Сервер балансировки нагрузки осуществляет распределение нагрузки между различными развернутыми копиями управляющего сервера, перенаправляя запросы мобильных устройств на экземпляр управляющего сервера, наилучшим образом удовлетворяющий установленным администратором системы критериям. Сервер балансировки нагрузки также осуществляет мониторинг состояния развернутых экземпляров управляющих серверов, чтобы в случае выхода из строя отдельного экземпляра можно было исключить его из процесса обработки запросов мобильных устройств.

7. *Приложение «Агент» для различных мобильных платформ.* Предоставляет конечному пользователю следующие функции [12]: получение и отправка сообщений другим пользователям системы, просмотр каталога доступных документов, загрузка и обновление доступных документов, загрузка, установка и обновление доступных корпоративных приложений, просмотр информации о мероприятиях, участником которых является пользователь, регистрация на мероприятиях. В зависимости от мобильной платформы, перечисленный набор функций может меняться. Например, в приложении «Агент» для платформы Android также встроены функции MDM-агента, т. е. компонента, отвечающего за применение заданных на управляющем сервере политик и выполнение полученных от сервера команд.

Основным компонентом системы является управляющий сервер. Он включает в себя следующие модули (рис. 2):

- управления пользователями и группами;
- управления политиками для мобильных устройств;
- управления приложениями для мобильных устройств;
- управления сообщениями;

- управления документами;
- управления мероприятиями;
- рассылки уведомлений.

Взаимодействие между модулями происходит в соответствии с разработанными протоколами взаимодействия и межмодульными интерфейсами. Каждый отдельный модуль позволяет обеспечивать выполнение определенного класса задач или бизнес-процессов. Например, модуль управления сообщениями, входящий в состав управляющего сервера, позволяет пользователям системы отправлять сообщения другим пользователям, не зная их контактных данных (номера телефона, адреса электронной почты). Модуль управления документами позволяет пользователям получать новую рабочую документацию сразу, как только она стала доступна, не требуя от пользователя отдельно забирать ее из файлового хранилища компании.

Модуль управления пользователями и группами. Модуль позволяет регистрировать в системе новых пользователей и редактировать параметры существующих пользователей. Также модуль реализует функции импорта пользователей из других информационных систем с помощью стандартных интерфейсов (например, LDAP). Администратор системы может путем вызова соответствующей функции данного модуля блокировать и разблокировать отдельных пользователей системы. Помимо управления пользователями, модуль позволяет создавать новые группы пользователей, редактировать существующие группы, а также управлять членством пользователей в группах и формировать иерархии групп.

Модуль управления политиками для мобильных устройств. Задачей этого модуля является контроль прав доступа, назначенных отдельным пользователям и группам пользователей. Модуль позволяет задавать политики для мобильных устройств, включающие следующие виды ограничений:

- запрет или разрешение использования камеры мобильного устройства;
- формирование требований к сложности пароля для разблокировки мобильного устройства;
- возможность установки приложений;

запрет или разрешение снятия снимков экрана;

запрет или разрешение синхронизации в роуминге;

необходимость шифрования данных;
автоматизированная настройка электронной почты;

автоматическая настройка удаленного доступа к корпоративной сети (VPN);

задание перечня доступных веб-сервисов.

Модуль управления приложениями для мобильных устройств. Модуль обеспечивает управление корпоративными приложениями для мобильных устройств и веб-приложениями. Он позволяет автоматически развертывать приложения, необходимые для выполнения конкретным пользователем его должностных обязанностей или учебного плана, а также рекомендо-

вать установку тех или иных приложений на основе членства пользователя в группах и сообщать о наличии новых версий таких приложений.

Модуль управления мероприятиями. Модуль несколько отличается от других тем, что предназначен для решения задачи более высокого уровня. Тем не менее управление мероприятиями реализовано как модуль системы, а не как отдельный сервис, поскольку мероприятия (учебные занятия, семинары, конференции) являются основной технологической единицей образовательного процесса, и поэтому функции управления мероприятиями необходимы для работы других компонентов системы. В частности, со средствами управления мероприятиями интегрированы средства управления документами, обеспечивающие индивидуальный и групповой доступ

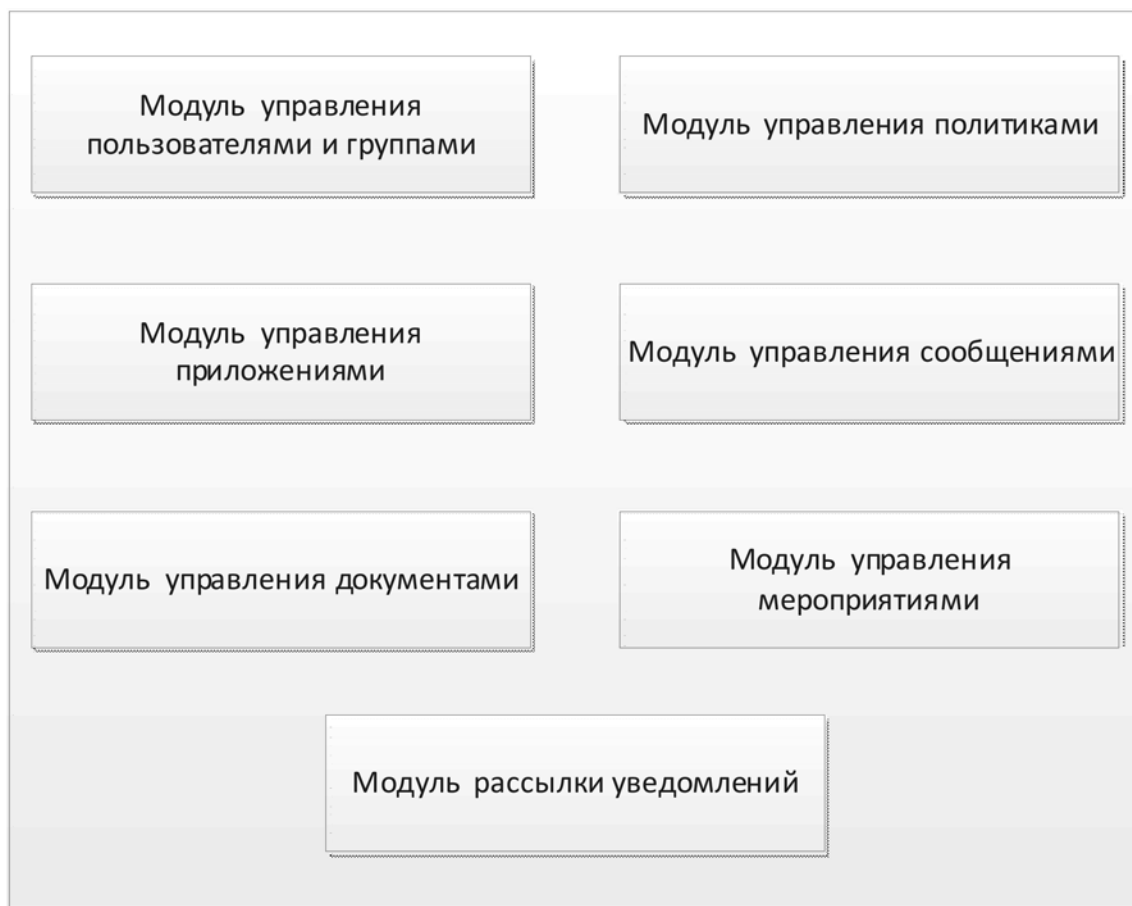


Рис. 2. Модульная структура управляющего сервера

пользователей к учебным материалам и каталогам документов с учетом учебных планов и выполняемых сотрудниками обязанностей. Модуль позволяет создавать обычные и повторяющиеся мероприятия, назначать ведущих и участников мероприятий и задавать политики, которые будут действовать во время проведения мероприятий.

Модуль управления сообщениями. Модуль позволяет отправлять и получать сообщения, обеспечивая индивидуальную и групповую коммуникацию между пользователями системы. С помощью данного модуля можно управлять правами пользователей на отправку сообщений группам.

Модуль управления документами. Модуль позволяет загружать в систему электронные документы, управлять правами доступа к документам, автоматически рассылать рекомендуемые документы на устройства пользователей, а также информировать пользователей об изменениях в документах.

Модуль рассылки уведомлений. Модуль осуществляет рассылку уведомлений на мобильные устройства пользователей системы. Он агрегирует уведомления от других компонентов сервера и осуществляет централизованную отправку системных уведомлений через общедоступные каналы связи.

Взаимодействие управляющего сервера с другими компонентами осуществляется с помощью программного интерфейса Web-API. Реализовано два таких интерфейса: один предназначен для мобильных платформ, другой – для консоли управления и портала самообслуживания.

Для каждой поддерживаемой мобильной платформы в системе существует свой набор доступных интерфейсов, через которые осуществляется управление мобильными устройствами. Всё взаимодействие мобильных устройств с управляющим сервером происходит только посредством этих интерфейсов. Для консоли управления и портала самообслуживания предусмотрены дополнительные интерфейсы, предоставляющие доступ к служебным методам сервера.

Результаты работы

Практическим результатом является разработка программной системы «СмартГейт», реализующей описанную архитектуру. Все функциональные возможности платформы проверены с помощью разработанных инструментальных средств поддержки тестирования для систем централизованного управления мобильными устройствами [13]. Нагрузочные тесты показали, что платформа «СмартГейт» обеспечивает корректное функционирование при нагрузке, что позволяет, с учетом распределения обращений к серверу во времени, поддерживать работу порядка 30 000 пользователей.

Апробация системы, в которой участвовали шесть преподавателей и 128 студентов, была проведена в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ). При этом в учебном процессе были использованы возможности системы по регистрации пользователей, регистрации мобильных устройств, созданию групп пользователей и групповых политик, распространению учебных материалов, приложений для учебного процесса, различным видам коммуникаций. Кроме этого, на базе созданной платформы были созданы и проверены сервис контроля посещаемости и сервис проведения тестов и опросов. Апробация проводилась в реальных условиях учебного процесса и позволила убедиться в корректности поведения платформы и сервисов при работе с мобильными устройствами разных моделей с персональными настройками пользователей под управлением всех основных операционных систем. Таким образом, результаты тестирования и апробации свидетельствуют о соответствии принятых архитектурных решений требованиям.

В статье предложена архитектура системы управления мобильными устройствами для образовательных организаций, включающей в себя совокупность сервисов, интерфейсы взаимодействия и клиентские приложения. Система построена по модульному принципу и обеспечивает кон-

фигурирование с учетом конкретных функциональных требований.

Реализованная на основе данной архитектуры платформа «СмартГейт» обеспечивает всю базовую функциональность систем ЕММ, а также предоставляет дополнительные возможности, которые необходимы для решения специфических задач, возникающих при внедрении мобильных сервисов и технологий в образовательных учреждениях.

Нагрузочное тестирование системы «СмартГейт» и ее апробация в условиях реального учебного процесса СПбПУ продемонстрировали масштабируемость системы

при росте нагрузки и корректную поддержку различных мобильных платформ.

Разработка программного обеспечения системы централизованного управления мобильными устройствами, лежащей в основе комплекса, проводится в рамках совместного проекта компании IBS (Москва) и Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Работа подготовлена в ходе реализации комплексного проекта в рамках Постановления Правительства РФ от 09.04.2010 г. № 218 при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ. Договор № 02.G25.31.0024 от 12.02.2013 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Агапов А., Пратусевич В., Яковлев С.** Обзор и оценка перспектив развития мирового и российского рынков информационных технологий. IDC, 2014.
2. **Taylor B., Basso M., Wong J.** IT Market Clock for Enterprise Mobility. Gartner, 2014 [электронный ресурс]/ URL: <https://www.gartner.com/doc/2854320?ref=SiteSearch&sthkw=EMM&fnl=search&srcId=1-3478922254> (дата обращения: 15.10.2015).
3. **Cosgrove T., Smith R., Silva C., Girard J., Taylor B.** Magic Quadrant for Enterprise Mobility Management Suites. Gartner, 2015.
4. **Majdi E.B.** Evaluation of mobile device management tools and analyzing integration models for mobility enterprise: dissertation. Umee, Sweden: Umee university, 2013.
5. **Самочадин А.В., Самочадина Т.Н., Тимофеев Д.А., Попов С.О.** Базовая функциональность систем централизованного управления мобильными устройствами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. № 4 (200). С. 17–28.
6. **Samochadin A., Raychuk D., Voinov N., Ivanchenko D., Khmelkov I.** MDM-based Mobile Services in Universities // Internat. J. of Information Technology & Computer Science. 2014. Vol. 13. No. 2. Pp. 35–41.
7. McAfee Enterprise Mobility Management [электронный ресурс]/ URL: <http://www.itprotect.ru/product/mcafee/mcafee-enterprise-mobility-management/> (дата обращения: 14.10.2015).
8. Mobile Device Architecture [электронный ресурс]/ URL: <https://www.ibm.com/developerworks/community/wikis/home?lang=en#!/wiki/Tivoli+Endpoint+Manager/page/Mobile+Device+Architecture> (дата обращения: 14.10.2015).
9. Mobile Device Manager. Device Management Server Architecture [электронный ресурс]/ URL: <https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd261915.aspx> (дата обращения: 14.10.2015).
10. Check Point. The Myths of mobile Security [электронный ресурс]/ URL: <https://bacher.at/assets/Newsletter/2015-03-CheckPoint-TestReport.pdf> (дата обращения: 16.11.2015).
11. Enterprise Mobility Management (EMM) Security. 451 research [электронный ресурс]/ URL: <https://www.air-watch.com/downloads/resources/voice-of-the-enterprise-information-security-slides-q2-2015-airwatch-by-vmware.pdf> (дата обращения: 16.11.2015).
12. **Райчук Д.Ю., Самочадин А.В., Носницын С.А., Хмельков И.А.** Комплекс мобильных средств поддержки учебного процесса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. № 6 (210). С. 7–15.
13. **Самочадин А.В., Сужаев О.И., Тимофеев Д.А., Рогов П.А.** Инструментальные средства нагрузочного тестирования для систем централизованного управления мобильными устройствами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. № 6 (210). С. 33–41.

REFERENCES

1. **Agapov A., Pratushevich V., Yakovlev S.** *Obzor i otsenka perspektiv razvitiya mirovogo i rossiyskogo rynkov informatsionnykh tekhnologiy* [Review and assessment of the prospects of development of the world and Russian markets of Information Technology], IDC, 2014. (rus)
2. **Taylor B., Basso M., Wong J.** *IT Market Clock for Enterprise Mobility*. Gartner, 2014. Available: <https://www.gartner.com/doc/2854320?ref=SiteSearch&stkw=EMM&fnl=search&srcId=1-3478922254> (Accessed: 15.10.2015).
3. **Cosgrove T., Smith R., Silva C., Girard J., Taylor B.** *Magic Quadrant for Enterprise Mobility Management Suites*. Gartner, 2015.
4. **Majdi E.B.** *Evaluation of mobile device management tools and analyzing integration models for mobility enterprise: dissertation*. Umee, Sweden: Umee university, 2013.
5. **Samochadin A.V., Samochadina T.N., Timofeev D.A., Popov S.O.** Bazovaya funktsionalnost sistem tsentralizovannogo upravleniya mobilnymi ustroystvami [Base Features of Mobile Device Management Systems]. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikatsii. Upravlenie* [St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Computer Science. Telecommunications and Control System], St. Petersburg: SPbGPU Publ., 2014, No. 4 (200), Pp. 17–28. (rus)
6. **Samochadin A., Raychuk D., Voinov N., Ivanchenko D., Khmelkov I.** MDM-based Mobile Services in Universities. *Internat. J. of Information Technology & Computer Science*, 2014, Vol. 13, No. 2, Pp. 35–41.
7. **McAfee Enterprise Mobility Management**. Available: <http://www.itprotect.ru/product/mcafee/mcafee-enterprise-mobility-management/> (Accessed: 14.10.2015).
8. **Mobile Device Architecture**. Available: <https://www.ibm.com/developerworks/community/wikis/home?lang=en#!/wiki/Tivoli+Endpoint+Manager/page/Mobile+Device+Architecture> (Accessed: 14.10.2015).
9. **Mobile Device Manager. Device Management Server Architecture**. Available: <https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd261915.aspx> (Accessed: 14.10.2015).
10. **Check Point. The Myths of mobile Security**. Available: <https://bacher.at/assets/Newsletter/2015-03-CheckPoint-TestReport.pdf> (Accessed: 16.11.2015).
11. **Enterprise Mobility Management (EMM) Security. 451 research**. Available: <https://www.air-watch.com/downloads/resources/voice-of-the-enterprise-information-security-slides-q2-2015-airwatch-by-vmware.pdf> (Accessed: 16.11.2015).
12. **Raychuk D.Yu., Samochadin A.V., Nosnitsyn S.M., Khmelkov I.A.** Kompleks mobilnykh sredstv podderzhki uchebnogo protsessa [A Set of Mobile Applications to Support the Education Process]. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikatsii. Upravlenie* [St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Computer Science. Telecommunications and Control System], St. Petersburg: SPbGPU Publ., 2014, No. 6 (210), Pp. 7–15. (rus)
13. **Samochadin A.V., Suzhaev O.I., Timofeev D.A., Rogov P.A.** Instrumentalnye sredstva nagruzochnogo testirovaniya dlya sistem tsentralizovannogo upravleniya mobilnymi ustroystvami [Tools for load testing Mobile Device Management systems]. *Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikatsii. Upravlenie* [St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Computer Science. Telecommunications and Control System], St. Petersburg: SPbGPU Publ., 2014, No. 6 (210), Pp. 33–41. (rus)

МАСЛОВ Максим Юрьевич – заместитель заведующего лабораторией систем управления мобильными устройствами Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: maslov@soft-consult.ru

MASLOV Maxim Yu. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.

E-mail: maslov@soft-consult.ru

НОСНИЦЫН Семен Михайлович – аспирант кафедры распределенных вычислений и компьютерных сетей Института информационных технологий и управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

E-mail: lgalod@gmail.com

NOSNITSYN Semen M. *Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.*
195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.
E-mail: lgalod@gmail.com

САМОЧАДИН Александр Викторович – профессор кафедры распределенных вычислений и компьютерных сетей Института информационных технологий и управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, кандидат технических наук.
195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
E-mail: samochadin@gmail.com

SAMOCHADIN Alexander V. *Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.*
195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St. Petersburg, Russia.
E-mail: samochadin@gmail.com

ЛОГИНОВ Кирилл Евгеньевич – руководитель проектов, *IBS.*
127434, Россия, Москва, Дмитровское ш., д. 9Б.
E-mail: KLoginov@ibs.ru

LOGINOV Kirill E. *IBS.*
127434, Dmitrovskoe shosse, 9b, Moscow, Russia.
E-mail: KLoginov@ibs.ru