



Инфокоммуникационные технологии в образовании

УДК 004.7

Д.Ю. Райчук, А.В. Самочадин, С.М. Носницын, И.А. Хмельков

КОМПЛЕКС МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

D.Yu. Raychuk, A.V. Samochadin, S.M. Nosnitsyn, I.A. Khmelkov

A SET OF MOBILE APPLICATIONS TO SUPPORT THE EDUCATION PROCESS

Описана архитектура комплекса мобильных приложений для поддержки учебного процесса. В состав комплекса входят средства учета посещаемости, учета успеваемости, управления расписанием, интерактивного взаимодействия с аудиторией, поддержки итоговой аттестации, доступа к учебным материалам, управления индивидуальными заданиями.

УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ; МОБИЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ; УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС.

This paper describes a set of mobile applications that support the education process. The set includes applications for attendance monitoring, academic performance monitoring, schedule management, classroom interaction, final grading, education materials access and individual homework management. All these applications rely on the mobile device management (MDM) system. The MDM system provides a common authentication service and mobile software distribution. Applications use and modify the data from relevant corporate information systems. As each university has its own set of custom information systems, the MDM system also provides the common interface to these services. A set of applications is connected to the information system via an adapter program.

MOBILE DEVICE MANAGEMENT; MOBILE SERVICES; EDUCATION PROCESS.

Мировой опыт использования мобильных технологий в образовании [1–4] демонстрирует актуальность применения мобильных приложений для решения различных вопросов организации и управления образовательным процессом. Одним из основных направлений автоматизации образовательной деятельности является внедрение средств поддержки учебного процесса, к которым относятся средства поддержки как непосредственно образовательных активностей (лекций, практических и лабораторных занятий, курсовых работ, зачетов и экзаменов), так и учебного процесса в целом (расписание, учет успеваемости). Многие ведущие университеты мира широко используют некоторые из

этих средств (в основном, расписание и учет посещаемости) и отмечают высокую эффективность их применения [1–3]. Однако следует уточнить, что в большинстве случаев эти средства реализуются независимо и не позволяют использовать их для комплексной поддержки учебного процесса [2]. Мобильные средства поддержки обучения популярны также в ряде университетов развивающихся стран, где их использование считают одним из основных способов повышения уровня образования и проводят работы по их внедрению [4, 5].

Российские образовательные организации имеют пока очень ограниченный опыт использования мобильных технологий в учебном процессе [2], но исследования по-

казывают, что условия и заинтересованность в их внедрении есть. Опросы, проведенные в российских университетах [2, 6], демонстрируют готовность студентов и преподавателей к применению мобильных технологий в образовательной деятельности и востребованность основных мобильных средств поддержки учебного процесса.

Опрос, проведенный компанией IBS и ВЦИОМ в девяти федеральных университетах России [6] показал, что владельцами мобильных устройств с доступом в Интернет являются 95 % преподавателей и 99 % студентов. Практически все из них (98 % преподавателей и 100 % студентов) используют мобильные устройства на платформах Android, iOS, Windows Phone.

И преподаватели, и студенты готовы применять различные мобильные приложения в образовательных целях. При этом наибольшую востребованность (94 % преподавателей, 72 % студентов) имеют различные средства поддержки образовательного процесса и несколько меньшую (73 % студентов и 52 % преподавателей) – средства доступа к различным информационным ресурсам.

В результате более подробного опроса, проведенного в Санкт-Петербургском политехническом университете [2], в качестве наиболее востребованных были выделены сервисы оповещения об изменениях в расписании (97 %), мобильные сервисы поддержки проведения тестов и экзаменов (75 %), сервисы интерактивного взаимодействия студентов и преподавателей (68 %). Преподаватели отмечают необходимость в сервисах учета посещаемости и успеваемости.

Состав комплекса поддержки учебного процесса

Информация о востребованности функций мобильных приложений, полученная на основе опросов студентов и преподавателей российских университетов, и анализ сервисов, предлагаемых различными университетами мира, позволили выделить основные функции мобильных средств поддержки учебного процесса:

- получение информации о расписании, изменениях в расписании, о проводи-

мых мероприятиях и событиях;

- получение информации о правилах выполнения различных учебных процедур;
- обеспечение интерактивного взаимодействия между участниками учебного процесса;
- обеспечение проведения опросов, тестов, экзаменов;
- обеспечение распределения индивидуальных заданий между студентами;
- обеспечение контроля посещаемости;
- обеспечение контроля успеваемости.

Решить эти задачи с помощью набора независимых приложений невозможно, т. к. выполнение одних функций существенно зависит от результатов выполнения других. Так, учет посещаемости невозможен без оперативных данных о расписании со всеми изменениями в нем, оперативный учет успеваемости – без данных о посещаемости и результатах аттестации. При этом в зависимости от роли (преподаватель, студент, административный персонал) приложения должны предоставлять разные возможности по доступу к ресурсам и по функциональности.

Кроме того, согласно результатам опросов, использование средств поддержки учебного процесса должно проводиться с помощью собственных мобильных устройств преподавателей и студентов в соответствии с их правами доступа. Это накладывает дополнительные требования к обеспечению безопасного доступа к корпоративной информации и к ресурсам учебного заведения.

Таким образом, можно выделить основные нефункциональные требования к средствам поддержки учебного процесса.

- Необходим единый механизм доступа к информации, требуемой для работы.
- Доступ к информации должен безопасным образом осуществляться с мобильных устройств пользователей, при этом необходима поддержка основных мобильных платформ: Android, iOS, Windows Phone.
- Необходим контроль доступа пользователей к данным и приложениям. Должна присутствовать возможность настройки различных политик для паролей, которые могут накладывать ограничения на исполь-

зование приложений и ресурсов. Политики должны применяться к определенным группам, пользователям, устройствам.

- Должна быть реализована возможность дистанционного распространения и обновления приложений.

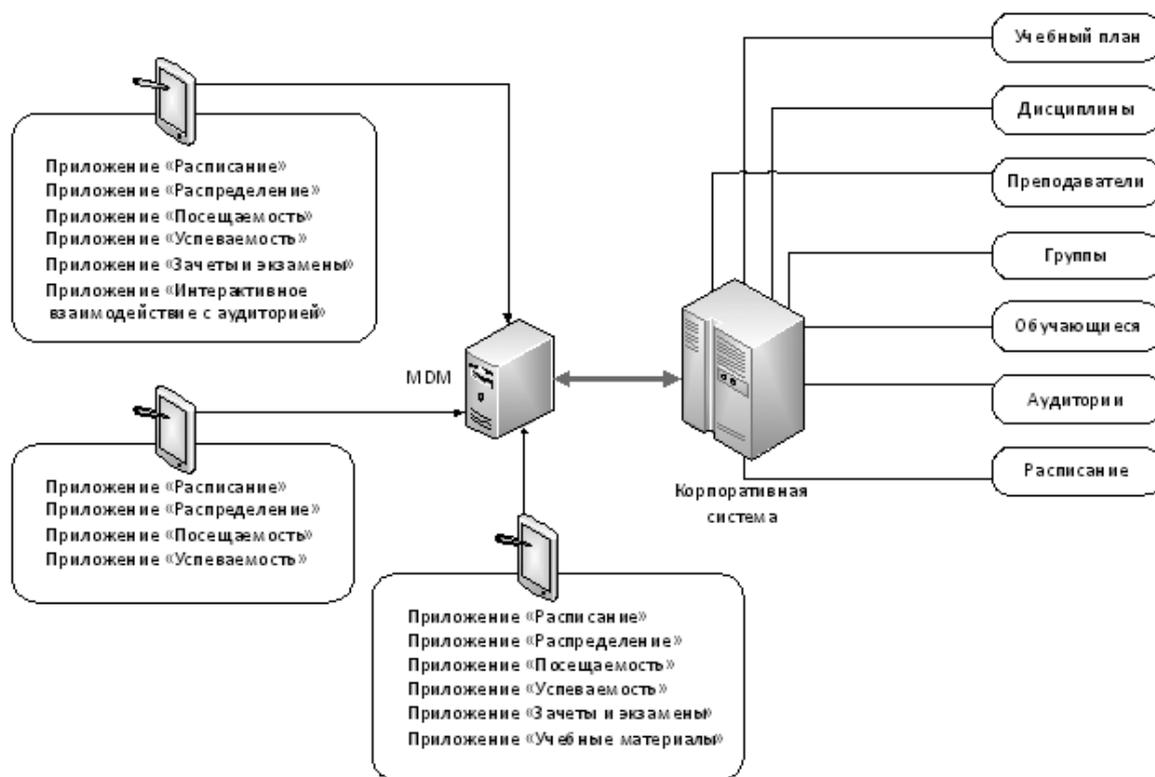
Одним из наиболее перспективных подходов для внедрения мобильных технологий [7], обеспечивающим безопасный доступ к корпоративным информационным ресурсам организации при использовании собственных устройств пользователей, является подход на основе средств централизованного управления мобильными устройствами (mobile device management – MDM), которые обеспечивают управление распространением программного обеспечения, политиками, безопасностью, предоставляемыми услугами [8].

Для решения перечисленных задач предлагается архитектура средств поддержки учебного процесса в виде комплекса мобильных приложений и средств обеспечения централизованного управления мобильными устройствами.

Архитектура комплекса поддержки учебного процесса

Средства поддержки учебного процесса включают в себя набор мобильных приложений для поддержки учебного процесса и средства централизованного управления мобильными устройствами. Архитектура комплекса представлена на рисунке.

Набор мобильных приложений обеспечивает удобный для пользователя интерфейс образовательных сервисов. Мобильные приложения в зависимости от решаемой ими задачи реализуются в виде кроссплатформенных web-приложений или специализированных программ для каждой мобильной платформы. Интерфейсы мобильных приложений должны учитывать малый размер экрана устройства и особенности взаимодействия с пользователем посредством сенсорного экрана. В связи с этим представляется целесообразным вместо одного или нескольких приложений, предоставляющих все функции системы, реализовать большее количество более простых специализированных приложений,



Архитектура системы поддержки учебного процесса

упрощающих решение конкретных задач. При этом разные приложения могут быть реализованы с помощью общих функций системы MDM.

Средства централизованного управления мобильными устройствами обеспечивают взаимодействие приложений с корпоративными системами образовательного учреждения, которые являются источниками необходимой для работы приложений информации. Эта информация формируется как средствами самих корпоративных систем, так и мобильными приложениями средств поддержки учебного процесса.

Для работы комплекса используются следующие данные из корпоративных систем.

- Учебный план: сведения о направлениях подготовки, набору дисциплин по каждому направлению, видах занятий и отчетности.

- Дисциплины: материалы к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, курсовым работам; аттестационные материалы для проведения опросов, контрольных работ, тестов; зачетные и экзаменационные материалы.

- Преподаватели: общая информация о преподавателях; информация о занятиях, проводимых преподавателем по различным дисциплинам.

- Обучающиеся: общая информация о каждом студенте; данные о ходе выполнения студентом учебного плана, результатах аттестации и посещаемости.

- Группы: перечень академических групп и их состав.

- Аудитории: список аудиторий с информацией о местонахождении и доступном оборудовании.

- Расписание: информация о группах, дисциплинах, преподавателях, видах занятий, времени и месте их проведения.

Все эти данные могут храниться и обрабатываться как одной централизованной корпоративной системой, так и несколькими разными системами. Так, данные о преподавателях могут храниться в информационной системе отдела кадров, а данные о студентах и учебных группах — в информационной системе учебной части

образовательного учреждения. Если необходимо взаимодействие с несколькими различными информационными системами, то должен быть реализован общий интерфейс доступа к данным в этих системах. Возможность реализации средств доступа к данным базируется на открытом программном интерфейсе, предоставляемом MDM и позволяющем осуществлять реализацию плагинов для обмена информацией с различными информационными системами.

Доступ к корпоративной системе приложения осуществляют не напрямую, а путем запроса к соответствующему сервису MDM. Система MDM обеспечивает взаимодействие мобильных приложений с корпоративной системой и осуществляет необходимые для безопасной работы функции управления мобильными устройствами и приложениями. MDM позволяет автоматически развернуть все необходимые пользователю приложения на мобильном устройстве, при этом список приложений определяется в зависимости от принадлежности пользователя к группам. В качестве признаков, на основе которых формируется список приложений, могут выступать роль (преподаватель, студент), принадлежность к кафедре или академической группе и другие признаки, которые могут быть определены на основе данных корпоративной системы. MDM также позволяет проверять, подключено ли мобильное устройство пользователя к системе и, как следствие, получает ли пользователь необходимую для учебного процесса информацию.

Требуемые характеристики по надежности и отказоустойчивости комплекса (особенно при работе с большим количеством пользователей) обеспечиваются архитектурой MDM, предоставляющей возможности по резервированию частей системы и балансировки нагрузки.

Приложения, входящие в состав комплекса

Выделенные функциональные требования реализуются следующим набором приложений для поддержки учебного процесса: «Расписание», «Распределение», «Посещаемость», «Зачеты и экзамены», «Интерактивное взаимодействие с аудиторией», «Учеб-

ные материалы», «Успеваемость».

Приложение «Расписание» позволяет получить и изменить данные об актуальном расписании пользователя мобильного устройства. Расписание включает данные об учебных занятиях и других мероприятиях, в которых принимает участие пользователь. При изменении расписания (например, при переносе занятий) оповещаются все пользователи, участвующие в измененном мероприятии. Приложение «Расписание» предоставляет базовый набор возможностей, реализованный для всех категорий пользователей: доступ к информации о своем расписании, получение уведомлений об изменениях в расписании, получение информации о проводимых мероприятиях. Преподаватели и административный персонал также могут вносить изменения в общие расписания: изменять место или время проведения занятий, а также состав участников (например, при замене преподавателя).

Приложение «Распределение» предназначено для автоматизации распределения учебных заданий (вариантов контрольных работ, тем курсовых работ и проектов, рефератов и заданий для самостоятельной работы) и позволяет контролировать выполнение заданий. Студенты могут распределяться по подгруппам для совместного выполнения заданий. Приложение позволяет студенту самостоятельно выбрать из предлагаемого перечня интересующую его тему, а также записываться в группы для совместного выполнения лабораторных, самостоятельных и других работ. Преподавателю предоставляется возможность просмотра и редактирования сформированных списков.

Приложение «Посещаемость» позволяет проверять присутствие студентов на аудиторных занятиях (практические и лабораторные занятия, лекции, семинары), а также получать оперативную и статистическую информацию о посещаемости. При наличии в аудитории соответствующего оборудования проверка присутствия студентов на занятии может быть автоматизирована. При проведении проверки приложение контроля посещаемости учитывает получаемые из

корпоративной системы данные о расписании занятий, составе группы и техническом оснащении аудитории. В зависимости от имеющегося в аудитории оборудования приложение выбирает используемую для автоматической регистрации присутствия технологию. Поддерживаются технологии на основе QR-кодов и беспроводных каналов передачи данных Bluetooth, Wi-Fi, NFC (подходы к контролю посещаемости на основе этих технологий описаны в работах [9–12]). Результаты контроля посещаемости сохраняются в корпоративной системе.

Для студента основными функциями приложения «Посещаемость» являются регистрация на занятии и просмотр статистической информации о посещенных и пропущенных занятиях. Для преподавателя реализованы функции проведения проверки присутствия: запуск и завершение процедуры регистрации, редактирование результатов регистрации (в т. ч. ручная регистрация для тех случаев, когда автоматизированная процедура невозможна), просмотр информации о посещаемости на проведенных занятиях и мероприятиях, просмотр информации о посещаемости для учебных групп и отдельных студентов.

Приложение «Зачеты и экзамены» предоставляет информацию об итоговой аттестации: зачетах, экзаменах, курсовых работах и проектах. Основные возможности для студента: просмотр списка зачетов и экзаменов в заданном семестре и в целом в учебном плане по выбранному направлению, просмотр информации о пройденной аттестации, в т. ч. полученных оценок. В версии приложения для преподавателя добавляется возможность ввода результатов зачетов и экзаменов, а также функция просмотра статистики по студентам, группам и дисциплинам.

Приложение «Интерактивное взаимодействие с аудиторией» позволяет преподавателю автоматизировать опросы, контрольные работы или тестирование. Опросы и тестирование проводятся на основе заранее подготовленных материалов, хранящихся в корпоративной системе, в которой также сохраняются результаты опросов и тестов. Приложение предоставляет возможность

вывода оперативной и статистической информации по результатам тестирования.

Для студента основными функциями являются участие в опросе и просмотр результатов опроса. Функции для преподавателя включают выбор опроса, просмотр содержания опросов, открытие и закрытие процедуры опроса, просмотр результатов опросов, просмотр статистики по опросам.

Приложение «Учебные материалы» используется для публикации образовательных материалов. Оно предоставляет студентам возможность оперативного доступа к учебным материалам, размещенным преподавателями в корпоративной системе.

Приложение «Успеваемость» предназначено для оценки академической успеваемости студентов. Оно использует получаемые из корпоративной системы данные об учебном плане, посещаемости, результатах итоговой и промежуточной аттестации и на основе заданных преподавателями и администрацией образовательного учреждения правил формирует оценку текущей успеваемости студента и хода освоения учебного плана. Эта оценка становится доступной самому студенту, а также преподавателям и представителям администрации, участвующим в реализации образовательной программы. На основе полученных оценок успеваемости приложение также информирует студентов о возможных проблемах с выполнением ими учебного плана.

Основные функции приложения для студента: просмотр информации о собственной успеваемости, просмотр правил оценки успеваемости, получение оперативной информации о проблемах. Для преподавателей и административного персонала реализованы функции получения информации об успеваемости по предметам, группам и отдельным студентам.

Каждое из описанных приложений использует определенный набор данных, который должен быть предоставлен корпоративной информационной системой. При этом приложения не только реализуют функции просмотра данных, но и могут изменять данные в корпоративной системе. Перечень видов данных, которые используются и формируются каждым входящим

в комплекс программ приложением, приведен в таблице.

Интеграция описываемого комплекса программ с используемыми в образовательном учреждении корпоративными информационными системами производится путем реализации адаптеров, которые интерпретируют запросы мобильных приложений, извлекают данные из соответствующей информационной системы и преобразуют полученные данные в формат обмена данными с приложением. В качестве посредника используется система MDM, обеспечивающая аутентификацию каждого пользователя и предоставляющая приложениям данные о доступных сервисах. Каждый адаптер реализует только минимально необходимый набор функций доступа к данным, поскольку мобильные приложения не являются основным способом ввода данных в корпоративную информационную систему, а лишь дополняют штатные интерфейсы этой системы, упрощая взаимодействие с ней для конечных пользователей.

Описанный комплекс мобильных средств поддержки учебного процесса ориентирован на решение задач, наиболее востребованных среди преподавателей и студентов, с помощью распространенных мобильных устройств, таких как смартфоны и планшеты под управлением операционных систем Android, iOS или Windows Phone. Архитектура комплекса ориентирована на интеграцию мобильных приложений и корпоративных информационных систем образовательного учреждения.

Ключевым компонентом архитектуры является система централизованного управления мобильными устройствами. Она решает несколько принципиальных задач: осуществляет аутентификацию пользователей, обеспечивает установку и обновление программ на мобильных устройствах пользователей и реализует единый интерфейс, скрывающий от мобильных приложений детали взаимодействия с информационными системами, которые используются в качестве источников данных. Благодаря этому набор мобильных средств поддержж-

Взаимодействие приложений и корпоративных информационных систем

Приложение	Использует данные	Формирует данные
Расписание	Учебный план Преподаватели Обучающиеся Группы Аудитории Расписание	Расписание: расписание мероприятий; изменения в расписании; переносы и отмены занятий; смена преподавателя; изменение аудитории
Распределение	Учебный план Дисциплины Преподаватели Обучающиеся Группы	Обучающиеся: выданные задания; принадлежность к подгруппам
Посещаемость	Учебный план Преподаватели Обучающиеся Группы Аудитории Расписание	Обучающиеся: статистика посещаемости Расписание: списки присутствующих на мероприятии
Зачеты и экзамены	Учебный план Преподаватели Обучающиеся Группы Расписание	Обучающиеся: результаты аттестации
Интерактивное взаимодействие с аудиторией	Дисциплины Преподаватели Обучающиеся Группы	Обучающиеся: результаты опросов
Учебные материалы	Дисциплины Учебный план Преподаватели Обучающиеся	Дисциплины: опубликованные версии образовательных материалов
Успеваемость	Учебный план Преподаватели Обучающиеся Группы Расписание	Обучающиеся: оценка успеваемости; ход выполнения учебного плана

ки учебного процесса является открытым и может быть расширен новыми приложениями и сервисами.

Разработка программного обеспечения системы централизованного управления мобильными устройствами проводится в рамках со-

вместного проекта компании IBS (Москва) и Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Работа подготовлена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, госконтракт № 02.G25.31.0024 от 12.02.2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иванченко Д.А., Попов С.О., Хмельков И.А.** Мобильные устройства и сервисы в высшем образовании: основные барьеры и направления развития // Дистанционное и виртуальное обучение. 2013. № 12(78). С. 38–48.
2. **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.
3. **Alzaza N. S., Yaakub A.R.** Students' awareness and requirements of mobile learning services in the higher education environment // *American J. of Economics and Business Administration* 3.1 (2011): 95. *Academic OneFile. Web*. 2013. Pp. 95–100.
4. **Mtega W.P., Bernard R., Msungu A.C., Sanare R.** Using Mobile Phones for Teaching and Learning Purposes in Higher Learning Institutions: the Case of Sokoine University of Agriculture in Tanzania // *In Proc. and report of the 5th UbuntuNet Alliance Annual Conf.* 2012. Pp. 118–129.
5. **Valk J., Rashid A. T., Elder L.** Using Mobile Phones to Improve Educational Outcomes: An Analysis of Evidence from Asia // *Internat. Review of Research in Open and Distance Learning*. 2010. Vol. 11, No. 1. Pp. 13–14.
6. **Иванченко Д.А.** Управление мобильными технологиями в информационном пространстве современного вуза // *Высшее образование в России*. 2014. № 7. С. 93–100.
7. **Emery S.** Factors for consideration when developing a bring your own device (BYOD) strategy in higher education. University of Oregon, 2012. [электронный ресурс]/URL: <http://hdl.handle.net/1794/12254>
8. **Gartner IT-glossary.** [электронный ресурс]/URL: <http://www.gartner.com/it-glossary/mobile-device-management-mdm/>
9. **Bhalla V., Singla T., Gahlot A., Gupta V.** Bluetooth Based Attendance Management System // *IJIET*. 2013. Vol. 3. Iss. 1.
10. **Masalha F., Hirzallah N.** A Students Attendance System Using QR Code // *IJACSA*. 2014. Vol. 5. No. 3.
11. **More V., Nayak S.** Attendance Automation using Near Field Communication (NFC) Technology // *Internat. J. of Scientific & Engineering Research*. 2013. Vol. 4, Iss. 12. Pp. 572–575.
12. **Ayu M.A., Ahmad B.I.** TouchIn: An NFC Supported Attendance System in a University Environment // *Internat. J. of Information and Education Technology*. 2014. Vol. 4. No. 5. Pp. 448–453.

REFERENCES

1. **Ivanchenko D.A., Popov S.O., Khmelkov I.A.** Mobilnyye ustroystva i servisy v vysshem obrazovanii: osnovnyye baryery i napravleniya razvitiya, *Distsionnoye i virtualnoye obuchenie*, 2013, No. 12(78). Pp. 38–48. (rus)
2. **Samochadin A., Raychuk D., Voinov N., Ivanchenko D., Khmelkov I.** MDM based Mobile Services in Universities, *International Journal of Information Technology & Computer Science*, 2014, Vol. 13, No. 2, Pp. 35–41.
3. **Alzaza N.S., Yaakub A.R.** Students' awareness and requirements of mobile learning services in the higher education environment, *American Journal of Economics and Business Administration* 3.1 (2011): 95. *Academic OneFile. Web*, 2013, Pp. 95–100.
4. **Mtega W.P., Bernard R., Msungu A.C., Sanare R.** Using Mobile Phones for Teaching and Learning Purposes in Higher Learning Institutions: the Case of Sokoine University of Agriculture in Tanzania, *In Proceedings and Report of the 5th UbuntuNet Alliance Annual Conference*, 2012, Pp. 118–129.
5. **Valk J., Rashid A. T., Elder L.** Using Mobile Phones to Improve Educational Outcomes: An Analysis of Evidence from Asia, *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 2010, Vol. 11, No. 1, Pp. 13–14.
6. **Ivanchenko D.A.** Upravleniye mobilnymi tekhnologiyami v informatsionnom prostranstve sovremennogo vuza, *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*, 2014, No. 7, Pp. 93–100. (rus)
7. **Emery S.** Factors for consideration when developing a bring your own device (BYOD) strategy in higher education. University of Oregon, 2012. Available: <http://hdl.handle.net/1794/12254>
8. **Gartner IT-glossary.** Available: <http://www.gartner.com/it-glossary/mobile-device-management-mdm/>
9. **Bhalla V., Singla T., Gahlot A., Gupta V.** Bluetooth Based Attendance Management System, *IJIET*, 2013, Vol. 3, Issue 1.
10. **Masalha F., Hirzallah N.** A Students Attendance System Using QR Code. *IJACSA*, 2014, Vol. 5, No. 3.
11. **More V., Nayak S.** Attendance Automation using Near Field Communication (NFC) Technology, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2013, Vol. 4, Issue 12, Pp. 572–575.
12. **Ayu M.A., Ahmad B.I.** TouchIn: An NFC Supported Attendance System in a University Environment, *International Journal of Information and Education Technology*, 2014, Vol. 4, No. 5, Pp. 448–453.

РАЙЧУК Дмитрий Юрьевич – проректор по научной работе Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, кандидат технических наук.

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

E-mail: Dmitry.raychuk@spbstu.ru

RAYCHUK, Dmitry Yu. *St. Petersburg Polytechnic University.*

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

E-mail: Dmitry.raychuk@spbstu.ru

САМОЧАДИН Александр Викторович – профессор кафедры распределенных вычислений и компьютерных сетей Института информационных технологий и управления Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, кандидат технических наук.

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

E-mail: samochadin@gmail.com

SAMOCHADIN, Alexander V. *St. Petersburg Polytechnic University.*

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

E-mail: samochadin@gmail.com

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

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

E-mail: lgalod@gmail.com

NOSNITSYN, Semen M. *St. Petersburg Polytechnic University.*

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

E-mail: lgalod@gmail.com

ХМЕЛЬКОВ Игорь Александрович – директор по консалтингу ООО «ИБС Экспертиза».

E-mail: ikhmelkov@ibs.ru

KHMELKOV, Igor A.

E-mail: ikhmelkov@ibs.ru