

Информационные и телекоммуникационные технологии в образовании

УДК 004.7

*Д.Ю. Райчук, А.В. Самочадин, Д.А. Тимофеев,
П.А. Рогов, Д.А. Иванченко*

КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫЕ МОБИЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

*D.Yu. Raychuk, A.V. Samochadin, D.A. Timofeev,
P.A. Rogov, D.A. Ivanchenko.*

CONTEXT-AWARE SERVICES FOR EDUCATIONAL ORGANIZATIONS

Представлена архитектура решения для предоставления контекстно-зависимых сервисов для образовательных учреждений, базирующаяся на технологии централизованного управления мобильными устройствами. Предложен ряд контекстно-зависимых сервисов, который может быть реализован на основе рассмотренной архитектуры.

МОБИЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ; MOBILE DEVICE MANAGEMENT; КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫЕ СЕРВИСЫ.

The paper presents the MDM-based architecture for providing context-aware services for educational organizations. A number of context-aware services are proposed that can be implemented on the basis of this architecture.

MOBILE SERVICES; MOBILE DEVICE MANAGEMENT; CONTEXT-AWARE SERVICES.

Современное образование предполагает высокую степень самостоятельной работы и самоорганизации студентов. Этому способствуют как структура учебных планов, в которых самостоятельной работе отводится значительное время, так и доступность образовательных ресурсов – публичных учебных курсов, семинаров, конференций, книг и документации. В результате возрастающее количество студентов планирует свою учебную и исследовательскую работу, не ограничиваясь рамками расписания занятий, нередко кооперируясь с другими студентами и, в некоторых случаях, с преподавателями. Для того чтобы такая работа была эффективной, необходимо предоставить студентам доступ к образовательным материалам и ресурсам с учетом их целей, уровня подготовки, формы работы и места занятий.

Еще одной особенностью современной университетской среды является широкое использование студентами и преподавателями мобильных устройств – смартфонов, планшетов, ноутбуков. Такие устройства способны подключаться к локальной и глобальной сетям и выступать в качестве клиентов широкого спектра сервисов. Несмотря на предоставляемые такими устройствами возможности, они довольно редко используются в учебном процессе. Мобильные устройства могут обеспечивать доступ к сервисам, обеспечивающим более активное взаимодействие студентов и преподавателей, в т. ч. во время интерактивных занятий, и предоставляющим студентам необходимые для самостоятельного обучения образовательные ресурсы. Проблемы, связанные с предоставлением мобильных

сервисов, активно обсуждаются как за рубежом [1, 2], так и в России [3–5].

С учетом в значительной степени самостоятельного планирования студентами своей учебной работы, академической мобильности, динамического формирования групп во время семинаров и публичных лекций, такие образовательные сервисы должны учитывать контекст, в котором они используются.

Контекст – «любая существенная информация, характеризующая ситуацию, в которой оказалась сущность. Под сущностью подразумевается человек, место или объект, считающийся важным для взаимодействия с пользователем приложения (конечным пользователем или же другими приложениями)» [6].

Контекст может включать в себя, в частности:

пространственное положение пользователей сервиса и доступные в этом месте технические средства (наличие компьютеров, проекторов, интерактивных досок);

состав группы, совместно использующей образовательный сервис;

уровень знаний студента в конкретной области, историю изученных курсов (разделов курса) или материалов, к которым студент обращался ранее;

ограничения конкретного вида занятий, такие, как запрет на использование учебных материалов во время контрольной работы.

Для учета контекста необходимо уметь идентифицировать пользователя сервиса и получать данные о его текущем состоянии, которые можно связать с хранимой на сервере информацией об образовательной среде и истории действий пользователя [7, 8]. Такая идентификация может быть выполнена с помощью мобильных устройств пользователя при условии подключения этих устройств к корпоративной системе централизованного управления мобильными устройствами (MDM) образовательного учреждения или его подразделения. Использование MDM позволяет обеспечить информационную безопасность, контроль и поддержку мобильных устройств, используемых пользователями.

В данной статье рассматривается архитектура системы, предоставляющей мобильные сервисы с учетом контекста, а также описывается набор сервисов, которые могут предоставляться с использованием такой системы.

Другой подход к решению этой задачи описан в [9]. Основной целью этой работы было создание простой в реализации инфраструктуры, способной без переконфигурирования поддерживать различные подходы к обучению (традиционные занятия с преподавателем, совместную самостоятельную работу студентов, эпизодические консультации). Предложенная авторами [9] инфраструктура ориентируется на мобильные устройства, однако использует их, прежде всего, в качестве терминалов. Отличием предлагаемого в данной работе подхода является использование мобильных устройств не только в качестве клиента образовательных сервисов, но и для извлечения информации о контексте использования этих сервисов.

Архитектура системы

С точки зрения предоставления сервисов в университете нас интересуют следующие сущности:

- человек (студенты, преподаватели, сотрудники университета);
- место (здания, аудитории, лаборатории, конференц-залы, кафе, библиотеки);
- объекты (приборы и лабораторное оборудование, принтеры, компьютеры, проекторы);
- информационные материалы (книги, материалы курсов, тексты заданий).

Каждая из этих сущностей характеризуется местоположением и состоянием. Местоположение определено для всех сущностей, кроме электронных информационных материалов, которые обычно доступны всюду, где пользователь имеет возможность обратиться к соответствующему сервису. Состояние определяется для каждого вида сущностей отдельно.

Человек характеризуется его актуальным состоянием и хранимой на сервере информацией о профиле и истории действий

этого человека в системе. С точки зрения образовательной деятельности под актуальным состоянием человека целесообразно понимать его занятость в определенный момент времени или готовность принять участие в определенной деятельности. Так, преподаватель может объявлять о готовности встретиться со студентами для консультаций или обсуждения текущих вопросов.

Профиль каждого участника образовательного процесса может включать специализацию, профессиональные и личные интересы, расписание занятий и учебные планы. История действий каждого человека включает как историю взаимодействия с системой (перечень материалов и сервисов, к которым обращался пользователь), так и историю участия пользователя в образовательном процессе (например, список изученных курсов и разделов курсов, которые изучил данный студент).

К свойствам места относятся его вид и назначение, занятость объекта или наличие свободных мест в таких местах общего пользования, как кафе или библиотеки, а также наличие в этом месте определенных объектов (техники, книг) или людей.

К свойствам объектов относятся их вид и назначение, перечень выполняемых функций, занятость или доступность объекта, сведения о режиме использования и доступности для конкретных людей или категорий пользователей.

Информационные материалы характеризуются сведениями об их авторстве, правах использования, связи между материалами и учебными курсами (областями знаний), к которым относятся материалы. Важным свойством информационных материалов является режим доступа к ним. Так, конспекты лекций могут быть всегда доступны всем пользователям, за исключением пользователей, которые в данный момент сдают экзамен по соответствующему предмету. Условия контрольных работ могут публиковаться одновременно для всех студентов, выполняющих эту работу, в начале занятия, и становиться недоступными после того, как занятие будет завершено.

Выбор архитектуры системы, предоставляющей сервисы с учетом контекста, зависит от набора данных, входящих в контекст, и от способа их получения. Предлагаемое решение включает в контекст как данные, получаемые от мобильного устройства пользователя (идентификатор пользователя, его местоположение), так и данные, которые централизованно хранятся в системе. Все сервисы используют общий интерфейс доступа к данным контекста.

Таким условиям соответствует архитектура построения сервисов с учетом контекста, предложенная в работе [10]. Эта архитектура включает ряд служб, называемых поставщиками контекста, часть из которых ассоциирована с пользователем сервиса, а остальные являются частью системы предоставления сервисов. Данные всех поставщиков контекста обрабатываются модулем анализа контекста, общим для всех предоставляемых сервисов.

Предлагаемое решение расширяет эту архитектуру путем включения в нее инфраструктуры MDM. Такая модификация дает ряд новых возможностей.

1. Сервер MDM взаимодействует со всеми зарегистрированными мобильными устройствами, обеспечивая их идентификацию, ассоциируя устройства с пользователями корпоративной сети и предоставляя единый интерфейс для получения данных о местоположении и динамическом состоянии пользователей. При использовании MDM существенно упрощается устройство модуля анализа контекста, поскольку за его рамки выносятся все вопросы взаимодействия с разнообразными мобильными устройствами.

2. Использование MDM позволяет не только получать данные о мобильных устройствах, но и управлять их поведением: инициировать передачу данных на устройство, включать и отключать определенные сервисы (нотификацию, передачу данных), асинхронно запрашивать состояние устройства.

3. При использовании MDM в контекст включаются не только данные о пользователе сервиса, но и данные о других пользо-

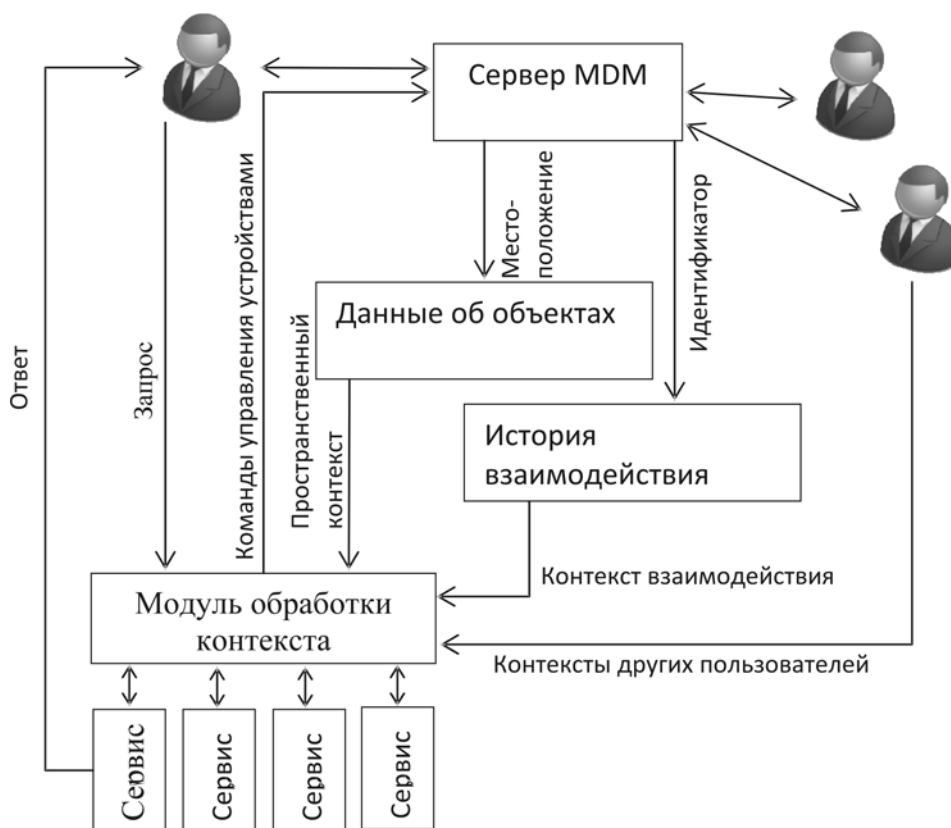
вателей, которые находятся рядом с пользователем сервиса или могут быть связаны с ним иным образом.

Архитектура предлагаемого решения приведена на рисунке. Каждый пользователь системы идентифицируется с помощью MDM. Сервер MDM также обеспечивает определение положения пользователей в пространстве, используя как данные мобильных устройств, так и данные, получаемые с помощью других компонентов инфраструктуры (беспроводные сети, стационарное оборудование, электронные замки). На основе данных о местоположении и сведений, содержащихся в базе данных объектов, формируется пространственный контекст пользователя. Пространственный контекст позволяет учесть, в каком помещении находится пользователь, какие ресурсы доступны в этом или соседних помещениях, какие ограничения накладываются на использование ресурсов и сервисов и какие пользователи находятся рядом. На основе

идентификатора пользователя формируется контекст взаимодействия пользователя с системой, в основу которого ложится история предшествующих обращений к сервисам. Благодаря идентификации пользователей в системе MDM, в контекст запроса включаются контексты других пользователей, например, соседей по помещению или студентов, слушающих тот же самый учебный курс.

Выполняя запрос, сервис может обращаться к собранным данным о контексте, используя стандартный интерфейс. При этом возможно дополнение контекста, например, путем получения дополнительной информации о других пользователях.

Использование контекстной информации о пользователях системы не влечет за собой нарушения их приватности. Вся используемая информация может быть разделена на две категории: публично доступные сведения (расписание занятий, расписание экзаменов, планы зданий) и сведения, ко-



Архитектура системы

торые пользователь самостоятельно соглашается предоставить. Решение о предоставлении сведений о состоянии пользователя может быть принято однократно (на основе корпоративной политики), при регистрации мобильных устройств пользователя в системе или, при необходимости, приниматься непосредственно при публикации данных (например, пользователь может сообщать о своем местоположении во время определенных мероприятий, но запретить использование этой информации в остальное время).

Выполнив запрос, сервис формирует ответы двух видов.

1. Ответ на запрос пользователя, который направляется на то устройство, с помощью которого пользователь выполнил запрос.

2. Набор команд управления мобильными устройствами, который направляется серверу MDM. Таким образом сервис может инициировать передачу данных на мобильные устройства пользователей или изменить режимы их работы. Возможные действия сервиса ограничиваются настройками сервера MDM.

Предоставляемые сервисы

Для выделения сервисов, используемых в образовательных учреждениях, был проведен анализ и классификация услуг [5], используемых в ряде ведущих университетов мира (Массачусетский технологический институт, Стэнфордский университет, Гарвардский университет, МГИМО и др.). Предложенная архитектура позволяет реализовать все типы имеющихся услуг и провести их функциональное расширение на основе контекста, получаемого от использования системы MDM. На основе описанной архитектуры возможна реализация сервисов следующих типов:

- справочные сервисы;
- информационные сервисы;
- регистрационные сервисы;
- сервисы доступа к объектам;
- коммуникационные сервисы.

Справочные сервисы. Справочные сервисы предоставляют справочную инфор-

мацию о деятельности образовательного учреждения. В отличие от стандартных справочников, сервисы расширяются на основе контекстной информации о занятости людей и мест.

Телефонный справочник. Кроме традиционной справочной информации (телефон, e-mail, расположение офиса) содержит оперативную информацию о занятости абонента. Информация о занятости формируется с учетом расписания занятий, расписания плановых мероприятий, в которых должен принимать участие абонент (с возможной проверкой реального участия по его местоположению) и с учетом внеплановых для абонента мероприятий, участие в которых определяется, исходя из местоположения абонента и оперативного статуса места, в котором он находится (например, это аудитория, которая занята для проведения совещания).

Справочник контактной информации об официальных службах (департаменты управления отделы) кроме традиционной информации содержит оперативную информацию, основанную на расписании работы соответствующей службы и с учетом различных мероприятий (совещания, ремонт и т. д.)

Справочник аудиторий содержит оперативную информацию о занятости аудиторий, которая формируется как на основе различных расписаний, так и с учетом оперативной информации о людях, которые находятся в аудитории.

Справочник мест общественного питания содержит информацию о расписании работы и сведения о количестве людей, находящихся там в момент запроса информации.

Справочная информация о маршрутах по кампусу с учетом информации о различных видах ограничений: ремонты, проведение мероприятий, затрудняющих проход, пробки.

Справочная информация о времени ожидания транспорта.

Справочник парковок содержит информацию о загрузке парковок.

Справочник событий содержит информацию о каждом событии, о месте и времени его проведения. Пользователи имеют

возможность добавлять свою информацию, например, о различных происшествиях на территории вуза, о местах проведения внеплановых мероприятий.

Информационные сервисы. Информационные сервисы обеспечивают доступ пользователей к учебным материалам и другим видам информационных ресурсов. Традиционные сервисы расширяются на основе контекстной информации о времени их использования и местоположения пользователей.

Доступ к информационным и образовательным ресурсам (аудио- и видеокурсам, презентациям), вебинарам, учебным приложениям в соответствии с расписанием, определенным преподавателем.

Доступ к учебным, методическим и справочным материалам в соответствии с расписанием, определенным преподавателем.

Доступ к контрольным материалам в соответствии с расписанием, определенным преподавателем.

Автоматическая загрузка на устройство пользователя информационных материалов, документов и текстовых сообщений на основе реального местоположения пользователя.

Автоматизированное безопасное удаление из мобильного устройства корпоративной информации («безопасное затираание»).

Регистрационные сервисы. Регистрационные сервисы обеспечивают регистрацию участников на различные мероприятия. Они расширяются путем учета контекстной информации о планах проведения этих мероприятий.

Регистрация на курсы (семинары, открытые лекции, факультативы и др.) в соответствии с планом проведения.

Регистрация на экзамены, онлайн-тесты в соответствии с расписанием.

Регистрация на занятиях и мероприятиях на основе реального местоположения.

Автоматическое определение списка лиц, присутствующих на мероприятии (лекции, семинаре, совещании и т. д.) на основе ре-

ального местоположения участников.

Сервисы доступа к объектам. *Онлайн-заказ книг* с учетом их занятости и возможности обращения через библиотеку к читателям, у которых находится нужная книга.

Доступ к оборудованию (сервисы, основанные на возможностях доступа к различным устройствам корпоративной сети).

Беспроводное подключение к различным устройствам (принтерам, проекторам, к различным мультимедийным устройствам) на основе реального местоположения пользователя.

Беспроводное подключение к измерительным приборам, сенсорам и лабораторному оборудованию в образовательных и исследовательских целях (на основе реального местоположения пользователя).

Автоматизированная блокировка и разблокировка сенсоров мобильных устройств в соответствии с проводимыми образовательными мероприятиями (на основе местоположения, расписания).

Коммуникационные сервисы. *Социальные сети* с возможностью получения информации о местоположении участников. Пользователи могут объединяться в виртуальные группы и видеть на своих мобильных устройствах местоположение участников этих групп.

Массовое оповещение, информирование пользователей с учетом их реального местоположения.

В статье предложена архитектура решения для предоставления контекстно-зависимых сервисов для образовательных учреждений, базирующаяся на технологии централизованного управления мобильными устройствами. Предложен ряд контекстно-зависимых сервисов, который может быть реализован на основе предложенной архитектуры.

Разработка ПО для систем централизованного управления мобильными устройствами проводится в рамках совместного проекта компании IBS (Москва) и СПбГПУ (Санкт-Петербург). Работа выполняется при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Alzaza Naji Shukri, Abdul Razak Yaakub.** 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, 13 Oct. 2013. – P. 95–100.

2. **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 // Proc. and report of the 5th UbuntuNet Alliance Annual Conf. –2012. –P. 118–129.

3. **Титова С.В.** Мобильное обучение сегодня: стратегии и перспективы // Вестник МГУ. – 2012. –Сер. 19.

4. **Голицына И.Н., Половникова Н.Л.** Мобильное обучение как новая технология в образовании [электронный ресурс] // Образовательные технологии и общество. – 2011. – Vol. 14. –№ 1. – С. 241–252.

5. **Иванченко Д.А., Хмельков И.А., Райчук Д.Ю., Митрофанов А.М., Самочадин А.В., Rogov П.А.** Применение подходов BYOD для построения стратегии информатизации высшего

учебного заведения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. –СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. –№ 3(174). –С. 85–92.

6. **Dey K.** Understanding and Using Context, Personal Ubiquitous Computing. – Jan. 2001. –Vol. 5.

7. **Truong H.L., Dustdar S.** A survey on context-aware web service systems // Internat. J. of Web Information Systems. –2009. –Vol. 5. –Iss. 1. –P.5 – 31.

8. **Ciaramella Alessandro, Cimino Mario G.C.A., Lazzarini Beatrice, Marcelloni Francesco.** Situation-Aware Mobile Service Recommendation with Fuzzy Logic and Semantic Web // Proc. of the 2009 Ninth Internat. Conf. on Intelligent Systems Design and Applications. – Nov. 30–Dec. 02, 2009. – P. 1037–1042.

9. **Scott K., Benlamri R.** Context-Aware Services for Smart Learning Spaces // IEEE Transactions on learning technologies. – July–Sept. 2010. – Vol. 3. –№ 3.

10. **Jones K.** Building a context-aware service architecture. –IBM developerWorks, 2008

REFERENCES

1. **Alzaza Naji Shukri, Abdul Razak Yaakub.** 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, 13 Oct. 2013. – P. 95–100.

2. **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 / Proc. and report of the 5th UbuntuNet Alliance annual conference. –2012. – P. 118–129.

3. **Titova S.V.** Mobilnoye obucheniye segodnya: strategii i perspektivy / Vestnik MGU. – 2012. Ser. 19. (rus)

4. **Golitsyna I.N., Polovnikova N.L.** Mobilnoye obucheniye kak novaya tekhnologiya v obrazovanii / Mezhdunar. elektr. zhurnal Obrazovatelnyye tekhnologii i obshchestvo. – 2011. – Vol. 14. – № 1. – S. 241–252. (rus)

5. **Ivanchenko D.A., Khmelkov I.A., Raychuk D.Yu., Mitrofanov A.M., Samochadin A.V., Rogov P.A.** Primeneniye podkhodov BYOD dlya postroyeniya strategii informatizatsii

vysshego uchebnogo zavedeniya / Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikatsii. Upravleniye. –St.-Petersburg: Izd-vo Politehn. un-ta, 2013. – № 3(174). –S. 85–92. (rus)

6. **Dey K.** Understanding and Using Context, Personal Ubiquitous Computing, Jan. 2001. – Vol. 5.

7. **Truong H.L., Dustdar S.** A survey on context-aware web service systems / Internat. J. of Web Information Systems. – 2009. – Vol. 5. – Iss. 1. – P. 5–31.

8. **Ciaramella Alessandro, Cimino G.C.A. Mario, Lazzarini Beatrice, Marcelloni Francesco.** Situation-Aware Mobile Service Recommendation with Fuzzy Logic and Semantic Web / Proc. of the 2009 Ninth Internat. Conf. on Intelligent Systems Design and Applications, Nov. 30–Dec. 02, 2009. – P. 1037–1042.

9. **Scott K., Benlamri R.** Context-Aware Services for Smart Learning Spaces / IEEE Transactions on learning technologies, July–Sept. 2010. – Vol. 3. –№ 3.

10. **Jones K.** Building a context-aware service architecture / IBM developerWorks, 2008.

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: vicerector.sc@spbstu.ru

RAYCHUK, Dmitry Yu. *St. Petersburg State Polytechnical University.*
195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St.-Petersburg, Russia.
E-mail: vicerector.sc@spbstu.ru

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

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
E-mail: samochadin@dcn.icc.spbstu.ru

SAMOCHADIN, Aleksandr V. *St. Petersburg State Polytechnical University.*
195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St.-Petersburg, Russia.
E-mail: samochadin@dcn.icc.spbstu.ru

ТИМОФЕЕВ Дмитрий Андреевич – старший преподаватель кафедры распределенных вычислений и компьютерных сетей Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
E-mail: dtim@dcn.icc.spbstu.ru

TIMOFEEV, Dmitry A. *St. Petersburg State Polytechnical University.*
195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St.-Petersburg, Russia.
E-mail: dtim@dcn.icc.spbstu.ru

РОГОВ Петр Александрович – заместитель начальника организационного отдела департамента научно-организационной деятельности Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.
E-mail: petr.rogov@spbstu.ru

ROGOV, Petr A. *St. Petersburg State Polytechnical University.*
195251, Politekhnikeskaya Str. 29, St.-Petersburg, Russia.
E-mail: petr.rogov@spbstu.ru

ИВАНЧЕНКО Дмитрий Алексеевич – ведущий консультант *IBS.*
127434, Россия, Москва, Дмитровское ш., д. 9Б.
E-mail: DIvanchenko@ibs.ru

IVANCHENKO, Dmitry A. *IBS.*
127434, Dmitrovskoe Sh. 9B, Moscow, Russia.
E-mail: DIvanchenko@ibs.ru