УДК 514.182:69

*А.М. Шахраманьян, А.В. Яременко,
Ю.М. Блохин**

ООО «СОДИС Лаб», *ООО «Элемент»

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЙ
ИНФОРМАЦИОННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ОЛИМПИЙСКИХ ОБЪЕКТОВ
СОЧИ-2014 и СТАДИОНОВ
ЧЕМПИОНАТА МИРА
ПО ФУТБОЛУ 2018**

Описан опыт применения технологий информационного моделирования зданий и сооружений (BIM-технологий) на примерах проектирования и строительства объектов Сочи-2014 и стадионов чемпионата мира по футболу 2018.

Ключевые слова: информационная модель здания и сооружения, BIM, BIM-технология, мониторинг, система мониторинга, мониторинг строительных конструкций, динамика сооружений

В период строительства олимпийских объектов Сочи-2014 в соответствии с действующими в тот период времени нормативными документами [1] во всех олимпийских ледовых дворцах (Большая ледовая арена, Ледовый дворец для керлинга, Крытый конькобежный центр, Ледовый дворец для фигурного катания, Малая ледовая арена) и на Центральном олимпийском стадионе были установлены автоматизированные системы мониторинга деформационного состояния несущих конструкций и инженерных систем под управлением специального программного обеспечения SODIS Building.

Одной из ключевых возможностей программного обеспечения SODIS Building является использование информационной модели объекта мониторинга, которая включает в себя следующие элементы:

- сведения о контролируемых конструкциях (элементах), инженерных системах и контрольных параметрах, датчиках и оборудовании, с помощью которых эти параметры вычисляются;
- правила вычисления контролируемых параметров и их нормативные значения.

Результаты работы системы мониторинга SODIS Building отображаются в виде трехмер-

*А.М. Shakhraman'yan, A.V. Yaremenko,
Yu.M. Blokhin**

SODIS Lab, *LLC "Element"

**EXPERIENCE IN APPLICATION
OF THE TECHNOLOGIES OF BUILDING
INFORMATION MODELING WHEN
CONSTRUCTING THE OLYMPIC OBJECTS
OF SOCHI-2014 AND STADIUMS
OF THE FIFA WORLD CUP 2018**

The authors describe the experience in application of information modeling technologies for buildings and structures on the example of design and construction of the objects SOCHI-2014 and stadiums of FIFA World Cup 2017.

According to the regulatory documents in 2014 in Sochi the automated monitoring systems of the strain state of bearing structures and engineering systems were installed in all the Olympic ice stadiums and in the Central Olympic Stadium. The systems were controlled by software package SODIS Building. The main possibilities of SODIS Building are enumerated in the article.

Key words: information model of a building and structure, BIM, BIM-technology, monitoring, monitoring system, monitoring of building structures, structural dynamics

In correspondence with the regulatory documents [1] existing at that moment in the period of SOCHI-2014 objects' construction automated monitoring systems of the strain state of bearing structures and engineering systems under the control of software package SODIS Building were installed in all the Olympic ice stadiums (Great ice arena, Ice stadium for curling, Roofed skating center, Ice stadium for figure skating, Small ice arena) and in the Central Olympic Stadium.

One of the key possibilities of the software SODIS Building is the use of the information model of an object under monitoring, which consists of the following elements:

- data on the controlled structures (elements), engineering systems and check parameters, sensors and equipment, with the help of which these parameters are calculated;
- rules of calculating the controlled parameters and their regulatory values.

The results of the operation of SODIS Building monitoring system with identifica-

ной информационной модели объекта с обозначением мест изменения состояний контролируемых элементов (рис. 1).

tion of the areas of state changes of the controlled elements (fig. 1).

Рис. 1. Информационная модель, созданная в системе мониторинга SODIS Building

Fig. 1. Information model created in SODIS Building monitoring system

С учетом специфики организации строительных работ пусконаладочные работы по установке систем мониторинга олимпийских объектов выполнялись на последней стадии строительства. Тогда же производилась разработка информационных моделей объектов (рис. 2, 3) на основе имеющейся на тот момент проектной документации, выполненной в виде двухмерных чертежей.

With account for the specifics of construction works organization the balancing and commissioning of the monitoring systems installation of the Olympic objects were executed on the last stage of the construction. At the same time the information models of the objects were developed (fig. 2, 3) basing on the existing regulatory documents executed as 2 dimensional layouts.

Рис. 2. Информационные модели олимпийских объектов Сочи-2014

Fig. 2. Information models of the Olympic objects of SOCHI-2014

Рис. 3. Информационные модели инфраструктурных объектов Сочи-2014

Fig. 3. Information models of the infrastructure objects of SOCHI-2014

В ходе работ по разработке информационных моделей на основе двухмерных чертежей было выявлено большое количество неточностей и нестыковок, а именно: ошибки в проектных и компоновочных решениях, неточности в спецификациях и пр. В итоге ошибки, обнаруженные нами в ходе компьютерного информационного моделирования, были представлены на этапе строительства, что повлекло за собой дополнительные временные и финансовые издержки.

Так, например, основываясь на собственном опыте присутствия на строительной площадке в течение 2–3 лет для выполнения работ по монтажу и наладке систем мониторинга олимпийских объектов, мы можем с уверенностью утверждать, что продолжительность «присутствия» субподрядчиков на строительной площадке можно существенно сократить при более эффективной организации работ и использовании детально проработанной проектной документации на базе информационной модели. В настоящее время, как правило, большая часть работ по координации задач, связанных с выявлением неточностей и исправлением ошибок в проектной документации, проводится на этапе строительства в форме планерок с вовлечением в процесс всех субподрядных организаций. Выявление ошибок в проектной документации и внесение в нее соответствующих изменений на этапе строительства влекут за собой процессы согласования совместимости данных изменений со смежными разделами проектной документации, оценки новой стоимости строительства и

During the development works of information models basing on two-dimensional layouts a great number of inaccuracies and mismatches were found out, in particular: mistakes in design and layout solutions, inaccuracies in specifications, etc. As a result the mistakes that we found during computer information modeling were presented on the construction stage which resulted in additional time and financial expenses.

For example, basing on our experience on the construction site during 2–3 years for executing works on installation and setup of the monitoring systems of the Olympic objects we can say with confidence that the duration of subcontractors' "presence" on the construction site may be greatly reduced in case of more effective work organization and the use of deep-laid regulatory documents on the basis of information model. At the present moment usually the majority of works on coordination of the tasks related to discovering inaccuracies and correcting mistakes in design documentation is executed on the stage of construction on briefings with participation of all the subcontracting organizations. Discovery of mistakes in the design documentation and corresponding changes on the stage of construction result in the processes of approving the compliance of the changes with the allied sections of the design documentation estimation of new construction cost and other possible is-

других возможных предметов для согласования со стороны заказчика, которые в свою очередь вызывают дополнительные издержки в части простоя генерального подрядчика и его субподрядчиков.

Технологии информационного моделирования постепенно внедряются в процесс проектирования. Конечно же, данный переход не может быть выполнен быстро прежде всего из-за необходимости обучения персонала, который, как правило, всегда задействован в срочных текущих проектах.

Аналогичная ситуация сложилась и при проектировании стадионов чемпионата мира по футболу в 2018 г.: на начальной стадии не было организовано взаимодействие по применению данных технологий всеми участниками процесса, что повлекло за собой временные издержки по постоянной актуализации данных между различными разделами проектной документации, обмен соответствующими заданиями и общую координацию работ. В настоящее время активно проводится инициативная работа по использованию технологий информационного моделирования при разработке рабочей документации и организации строительного контроля. Вопрос необходимости внедрения данных технологий был поддержан на государственном уровне, а именно:

- 13.04.2014 по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, посвященного инновационному развитию в сфере строительства, приняты решения о внедрении технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства [2];

- 29.12.2014 утвержден Приказ Минстроя № 926/пр об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства [3].

В число пилотных проектов Минстроя (Протокол Минстроя № 196-ПМР-ЮР от 22.04.2015) по внедрению технологий информационного моделирования в гражданском строительстве были также включены проекты строительства стадионов чемпионата мира по футболу в 2018 г. Информационные модели стадионов были разработаны ООО «СОДИС Лаб» (рис. 4—6).

sues for approval by the customer, which in their turn give rise to additional expenses in terms of time-out of the general contractor and subcontractors.

The technologies of information modeling are gradually implemented into the design process. For sure this transition can't happen quickly, first of all, because of the necessity to educate the personnel which is always involved into urgent current projects.

The similar situation has also formed during the design of the stadiums of the FIFA World Cup 2018: the interaction in application of these technologies by all the participants of the process was not organized on the initial stage, which resulted in time expenses for constant updating of the data between different sections of the design documentation, interchange of the related tasks and the general coordination of the work. At the present time active initiative work is undertaken on the use of information modeling technologies when developing the design documentation and organizing the construction control. The issue of the necessity of these technologies implementation was supported on the state level, in particular:

- on 13.04.2014 as a result of the presidium meeting of the Presidential Council of the Russian Federation on modernization of economy and innovative development in the construction sphere the solutions were made on implementation of information modeling technologies in the field of industrial and civil engineering [2];

- on 29.12.2014 the Order of the Ministry of the Construction no. 926/pr. was approved on approving the Plan of stepwise implementation of information modeling technologies in the field of industrial and civil engineering [3].

Also the construction projects of FIFA World Cup 2018 stadiums were included into the number of pilot projects of the Ministry of Construction (Protocol of the Ministry of Construction no. 196-PMR-YuR from 22.04.2015). Information models of the stadiums were developed by LLC "SODIS LAB" (Fig. 4—6).

Рис. 4. Проект футбольного стадиона для ФИФА-2018 в г. Самара

Fig. 4. Project of football stadium for FIFA-2018 in Samara city

Рис. 5. Проект футбольного стадиона для ФИФА-2018 в г. Калининград

Fig. 5. Project of football stadium for FIFA-2018 in Kaliningrad city

Рис. 6. Проект реконструкции Большой спортивной арены «Лужники» для ФИФА-2018, г. Москва

Fig. 6. Reconstruction project of the Great Sport Arena "Luzhniki" for FIFA-2018, Moscow

По результатам совместного рассмотрения Главэкспертизой России и СОДИС Лаб информационных моделей на примере стадиона в г. Калининград в рамках государственной экспертизы проектной документации были сделаны предложения по внесению изменений в российскую нормативно-техническую базу в части разработки национальных стандартов, регулирующих процесс информационного моделирования зданий и сооружений.

В 2015 г. компанией СОДИС Лаб был разработан стандарт организации, регулирующий процесс информационного моделирования зданий и сооружений. Разработка такого стандарта обеспечила возможность глубокой систематизации и оптимизации процесса разработки информационных моделей зданий и сооружений в ходе всего жизненного цикла объекта капитального строительства, в т.ч. при удаленном участии подрядных организаций [4].

В том же году по инициативе компании Autodesk, Inc. был разработан публичный шаблон стандарта организации по информационному моделированию зданий и сооружений, в рецензировании которого принимала участие компания СОДИС Лаб [5].

В настоящее время компанией СОДИС Лаб создана технологическая платформа для организации работ по строительному контролю на основе системы управления Lement Pro (разработчик ООО «Элемент», [6]) и технологий информационного моделирования.

В основе системы управления лежит информационная модель, каждый элемент которой становится сущностью системы управления, что позволяет комплексно автоматизировать процессы закупки соответствующих строительных элементов и оборудования, их монтажа, строительного контроля и приемки, подачи финансовой отчетности (рис. 7, 8).

Так, каждый элемент модели, например, какой-либо насос, присутствует в информационной системе управления как отдельный учетный элемент со своим идентификатором, с помощью которого он привязан не только к элементу трехмерной геометрической модели, но и к необходимым документам (паспорт, гарантия, руководство и т.п.). В определенный момент времени устанавливаются связи элемента с соответствующими задачами в системе управления (например, задачами по закупке, монтажу, приемке). Элемент сопровождается соответствующей финансовой инфор-

As a result of the joint inspection of information models by the Main State Expert Review Board of Russia and SODIS Lab on the example of the stadium in Kaliningrad in frames of the State expert review of design documentation the suggestions on amendments into Russian regulatory documentation were made regarding the development of national standards regulating information modeling process of buildings and structures.

In 2015 SODIS Lab Company developed regulating the process of information modeling of buildings and structures. The development of such standard provided a possibility of deep classification and optimization of the development process of buildings' and structures' information models during the whole lifecycle of a capital construction object, including with the remote participation of the contracting organizations [4].

In the same year upon the initiative of Autodesk, Inc. Company a public template of company standard on information modeling of buildings and structures was developed. SODIS Lab participated in its reviewing [5].

At the present time SODIS Lab created a technological platform for organizing the works on construction control basing on the control system Lement Pro (the developer LLC "Element", [6]) and information model technologies.

Information model lies in the basis of the control system. Each element of this model becomes the essence of the control system which allows automating the purchase processes of the corresponding construction elements and equipment, their installation, construction control and inspection and financial accounting in complex (fig. 7, 8).

So each element of the model, for example, some pump, exists in information control system as a separate accounting element with its identifier, with the help of which it is connected not only to the element of three-dimensional geometric model, but also to the necessary documents (passport, guarantee, manual, etc.). At a certain moment the relations of the element with the corresponding tasks in the control system are set (for example, the tasks of purchase, installation, inspection). The element is accompa-

мацией о текущей стоимости данного оборудования. Разделение потоков информации позволяет представить процесс строительства в виде конвейера, благодаря чему на любой стадии проекта можно моментально получать информацию о выполненных и принятых работах, стоимости освоенных средств, графике финансирования. При этом в электронном виде сохраняется вся история процесса строительства, автоматически ведутся журналы по некачественно выполненным работам и их исправлению.

nied by the corresponding financial information on the current price of the equipment. Separation of information flows allows presenting the construction process as a conveyor. Due to that it is possible to instantly get information on executed and accepted works, the cost of the means, financial scheduling on any stage of the project. The whole history of the construction process is saved in electronic form, the journals on badly executed works and their correction are kept.

Рис. 7. Система управления Lement Pro — основные элементы

Fig. 7. Control system Lement Pro — the main elements

Рис. 8. Система управления Lement Pro — строительный контроль и приемка

Fig. 8. Control system Lement Pro — construction control and inspection

В итоге по результатам работы автоматизированного конвейера мы получаем не только здание, но и электронную систему для эксплуатации со всей историей создания данного объекта и необходимой эксплуатационной документацией.

As a result of the automated conveyor operation we get not only a building, but also an electronic system for operation with the whole history of this object creation and the necessary operational documentation.

На базе данной технологической платформы аналогичным образом создается и система управления эксплуатацией с возможностью формирования и контроля исполнения заявок на работы по техническому обслуживанию.

Необходимо отметить, что такая система управления является российской разработкой и не использует компоненты других создателей программного обеспечения, требующих лицензионного регулирования. Система может быть развернута в облаке на стороне провайдера услуг или полностью автономно в частном облаке на серверах заказчика.

Система управления Lement Pro и системы мониторинга SODIS Building используют собственную среду визуализации информационных моделей объектов — Lement 3D Survey (рис. 9).

On the basis of this technological platform also a operational control system is similarly created with the possibility to form and control the execution of applications for the works on technical support.

It is important to note that such a system is a Russian development, it doesn't use any components of other software developers requiring licensing. The system may be used in the cloud on service provider's side or absolutely autonomously in the private cloud on the servers of the customer.

The control system Lement Pro and the monitoring systems SODIS Building use their own visualization environment for information models of the objects — Lement 3D Survey (рис. 9).

Рис. 9. Среда визуализации Lement 3D Survey

Fig. 9. Visualization environment of Lement 3D Survey

Основные особенности среды визуализации Lement 3D Survey:

- реализованы современные технологии визуализации, обеспечивающие высокую производительность и стабильность решения (в т.ч. Deferred Shading, Deferred Lighting [6], Depth Peeling [7]);
- среда оптимизирована для работы с большими по объему и сложными по составу параметрическими информационными моделями объектов в реальном масштабе времени;
- используемые методы оптимизации основаны на сокращении вызовов видео-драйвера [8], также разработан собственный метод батчинга (более подробно, что такое батчинг описано в [9]) неподвижной геометрии;

The main features of the visualization environment Lement 3D Survey:

- the modern technologies of visualization are realized, which provide high productivity and stability of the solution (including Deferred Shading, Deferred Lighting [6], Depth Peeling [7]);
- the environment is optimized for the work with big and complicated parametric information models of the objects in the real time scale;
- the applied optimization methods are based on reduction of video-driver calls [8], also own batching method is developed (for more detailed information on what is batching see [9]) of fixed geometry;

- создано стационарное приложение для обработки и публикации информационных моделей, визуализация в котором осуществляется на базе OpenGL;
- реализован web-сервис на базе технологий WebGL и OpenGLES для работы с информационной моделью непосредственно из браузера или мобильных устройств для любых платформ;
- среда работает на основе как единой базы данных объекта, так и локальных файлов;
- разработан собственный формат хранения данных UBM, поддерживающий хранение всех свойств и параметров компонент информационной модели объекта;
- обмен данными осуществляется как через специальные надстройки для существующих BIM-платформ, так и через нейтральные форматы передачи данных;
- реализован развитый API для интеграции среды с другими приложениями и сервисами;
- размещение данных может осуществляться на аппаратных средствах заказчика.

- stationary application for processing and publication of information models is created, the visualization in which is executed on the basis of OpenGL;
- the web-service is implemented on the basis of the technologies WebGL and OpenGLES for working with the information model directly from the browser or mobile devices for and platforms;
- the environment is working on the basis of both the general base of the given objects and the local files;
- the own form of UBM data storage is developed, which keeps the storage of all the features and the parameters of the components of the information model of an object;
- data exchange is executed using both special add-ons for the existing BIM-platforms and using neutral formats of data transfer;
- a developed API is implemented for integration of the environment with other applications and services;
- data placement may be executed on hardware of the customer.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шахрамьян А.М. Методические основы создания систем мониторинга несущих конструкций уникальных объектов // Вестник МГСУ. 2011. № 1. Т. 1. С. 256—261.
2. Решения по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России об инновационном развитии в сфере строительства от 13.04.2014 // Правительство Российской Федерации. Режим доступа: <http://government.ru/news/11021>
3. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства : Приказ Минстроя РФ № 926/пр. Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf>.
4. Стандарт организации СОДИС ЛАБ. СТО «Информационное моделирование зданий и сооружений. Общие требования».
5. Шаблон стандарта организации по информационному моделированию зданий и сооружений // Autodesk CIS, 2015. Режим доступа: <http://www.autodesk.ru/campaigns/bim-standard-buildings>
6. Комплексная система управления компанией Lement Pro. Режим доступа: <http://www.lement.pro>.

REFERENCES

1. Shakhraman'yan A.M. Metodicheskie osnovy sozdaniya system monitoringa nesushchikh konstruktсий unikal'nykh ob"ektov [Methodological Principles of the Development of Monitoring Systems of Load-bearing Structures in Unique Buildings]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2011, no. 1, pp. 256—262. (In Russian)
2. Resheniya po itogam zasedaniya prezidiuma Soveta pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii po modernizatsii ekonomiki i innovatsionnomu razvitiyu Rossii ob innovatsionnom razviti v sfere stroitel'stva ot 13.04.2014 [Solutions as a Result of Presidium Meeting of the Presidential Council of the Russian Federation on Modernization of Economy and Innovative Development of Russia on the Innovative Development in the Construction Sphere from 13.04.2014]. *Pravitel'stvo Rossiyskoy Federatsii* [Government of the Russian Federation]. Available at: <http://government.ru/news/11021>. (In Russian)
3. *Ob utverzhdenii Plana poetapnogo vnedreniya tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya v oblasti promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva : Prikaz Ministroya RF № 926/pr* [On the Approval of the Plan of Phased Implementation of BIM Technology in the Field of Industrial and Civil Engineering : Order of the Ministry of Construction no. 926/pr]. Available at: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf>. (In Russian)
4. *Standart organizatsii SODIS LAB. STO «Informatsionnoe modelirovanie zdaniy i sooruzheniy. Obshchie trebovaniya»* [Company Standard SODIS LAB. STO “Information Modeling of Buildings and Structures”. General Requirements]. (In Russian)
5. *Shablon standarta organizatsii po informatsionnomu modelirovaniyu zdaniy i sooruzheniy* [Template of Company

7. Sousa T., Kasyan N., Schulz N. GPU Pro 3; chap. CryENGINE 3: Three Years of Work in Review. Boca Raton, FL : CRC Press, 2012. Pp. 133—168.

8. Liu B., Wei L., Xu Y., Wu E. Multi-layer depth peeling via fragment sort // 11th International Conference on Computer-Aided Design and Computer Graphics, CAD/Graphics 2009, Huangshan, China, August 19—21, 2009. Pp. 452—456.

9. Hillaire S. OpenGL Insights: OpenGL, Open GL ES, and WebGL Community Experiences; chap. Improving Performance by Reducing Calls to the Driver. Boca Raton: CRC Press; 2012.

10. Wloka M. Batch, batch, batch, what does it really mean? // Game Developers Conference, San Francisco, 2003. Режим доступа: <https://www.nvidia.com/docs/IO/8228/BatchBatchBatch.pdf>.

Поступила в редакцию в феврале 2016 г.

Standard on Information Modeling of Buildings and Structures]. Autodesk CIS, 2015. Available at: <http://www.autodesk.ru/campaigns/bim-standard-buildings> (In Russian)

6. Kompleksnaya sistema upravleniya kompaniy Lement Pro [Complex System of Company Management Lement Pro]. Available at : <http://www.lement.pro>. (In Russian)

7. Sousa T., Kasyan N., Schulz N. GPU Pro 3; chap. CryENGINE 3: Three Years of Work in Review. Boca Raton, FL: CRC Press, 2012, pp. 133—168. DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/b11642-11>.

8. Liu B., Wei L., Xu Y., Wu E. Multi-Layer Depth Peeling Via Fragment Sort. 11th International Conference on Computer-Aided Design and Computer Graphics, CAD/Graphics 2009, Huangshan, China, August 19—21, 2009. Pp. 452—456.

9. Hillaire S. OpenGL Insights: OpenGL, Open GL ES, and WebGL Community Experiences; chap. Improving Performance by Reducing Calls to the Driver. Boca Raton: CRC Press, 2012.

10. Wloka M. Batch, Batch, Batch, What Does It Really Mean? Game Developers Conference, San Francisco, 2003. Available at: <https://www.nvidia.com/docs/IO/8228/BatchBatchBatch.pdf>

Received in February 2016.

Об авторах: **Шахрамьян Андрей Михайлович**, кандидат технических наук, генеральный директор, **ООО «СОДИС Лаб»**, 143026, г. Москва, территория Инновационного центра «Сколково», ул. Луговая, д. 4, корп. 2, andranic@sodislab.com;

Яременко Андрей Валерьевич, руководитель отдела информационного моделирования, **ООО «СОДИС Лаб»**, 143026, г. Москва, территория Инновационного центра «Сколково», ул. Луговая, д. 4, корп. 2, andranic@sodislab.com;

Блохин Юрий Михайлович, старший разработчик отдела разработки программного обеспечения, **ООО «Элемент»**, 143026, г. Москва, территория Инновационного центра «Сколково», ул. Нобеля, д. 5, andranic@sodislab.com.

About the authors: **Shakhraman'yan Andrey Mikhaylovich**, Candidate of Technical Sciences, Director General, **Research and Production Association of Modern Diagnostic Systems (SODIS LAB)**, innovative center «Skolkovo», 4-2 Lugovaya str., 143026, Moscow, Russian Federation; andranic@sodislab.com;

Yaremenko Andrey Valer'evich, head, Department of Information Modeling, **Research and Production Association of Modern Diagnostic Systems (SODIS LAB)**, innovative center «Skolkovo», 4-2 Lugovaya str., 143026, Moscow, Russian Federation; andranic@sodislab.com;

Blokhin Yuriy Mikhaylovich, senior developer, Department of Software Development, LLC **“Element”**, innovative center «Skolkovo», 5 Nobelya str., 143026, Moscow, Russian Federation; andranic@sodislab.com.

Для цитирования:

Шахрамьян А.М., Яременко А.В., Блохин Ю.М. Опыт применения технологий информационного моделирования зданий при строительстве олимпийских объектов Сочи-2014 и стадионов чемпионата мира по футболу 2018 // Строительство: наука и образование. 2016. № 2. Ст. 2. Режим доступа: <http://nso-journal.ru>.

For citation:

Shakhraman'yan A.M., Yaremenko A.V., Blokhin Yu.M. Opyt primeneniya tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya zdaniy pri stroitel'stve olimpiyskikh ob"ektov Sochi-2014 i stadionov Chempionata mira po futbolu 2018 [Experience in Application of the Technologies of Building Information Modeling When Constructing the Olympic Objects of Sochi-2014 and Stadiums of the FIFA World Cup 2018]. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2014, no. 2, paper 2. Available at: <http://www.nso-journal.ru>.