

УДК 69.057:693.97.001.24

Д. О. ЛЯЛИН, А. М. ЮГОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА ЗДАНИЯ
С МЕТАЛЛИЧЕСКИМ КАРКАСОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Аннотация. Представлен поиск рациональных решений монтажа и организации строительного производства с построением информационной модели здания 3d и 4d с использованием программных комплексов Autodesk Revit, Navisworks, Microsoft Project, Excel и дальнейшим расчетом на монтажной стадии в ЛИРА-САПР.

Ключевые слова: здание с металлическим каркасом, монтаж, BIM-модель, 3D-модель, 4D-модель, Autodesk Revit, Microsoft Project, Navisworks, ЛИРА-САПР, информационная модель здания.

Технология BIM (Building Information Modeling или Building Information Modeling) представляет собой создание виртуальной модели здания в цифровом виде. Использование модели облегчает и ускоряет процесс проектирования на всех его этапах, обеспечивая более тщательный анализ и контроль. Будучи законченными, эти компьютерные модели содержат точную геометрию конструкции и все необходимые данные для закупки материалов, изготовления конструкций и производства строительных работ. Технология информационного моделирования используется во многих странах мира на государственном уровне. Именно на государственном, то есть государстве для выполнения всех своих проектов требует использования технологий информационного моделирования. Безусловным и общепризнанным лидером в этой сфере является Великобритания. Задача, которая ставится на ближайшие годы – сокращение стоимости строительства на 33 %. При этом 20%-ое сокращение достигнуто уже в текущем году. Если перевести эффект в денежное выражение, то это 2 млрд фунтов стерлингов. Особенность подхода BIM-технологии заключается в том, что строительный объект проектируется как единое целое, изменение какого-либо параметра влечет за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного плана

Autodesk Revit, или просто Revit – программный комплекс, реализующий принцип информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, BIM). Комплекс предназначен для архитекторов, проектировщиков несущих конструкций и инженерных систем. Он предоставляет возможности трехмерного моделирования элементов здания и плоского черчения элементов оформления, создания пользовательских объектов, организации совместной работы над проектом, начиная от концепции и заканчивая выпуском рабочих чертежей и спецификаций. База данных Revit может содержать информацию о проекте на различных этапах жизненного цикла здания, от разработки концепции до строительства и снятия с эксплуатации.

Navisworks® – это решение для экспертизы архитектурно-строительных проектов, позволяющее полностью контролировать результаты. В нем осуществляется проверка моделей и данных, поступающих от всех участников процесса проектирования.

Актуальность данного исследования заключается в более точном изучении объекта строительства с построением информационной модели для лучшего анализа технологических и организационных процессов.

Целью работы является представление выполненных моделей с использованием программных комплексов.

В рамках работы рассмотрены следующие этапы

1. Построение информационной модели в Revit.
2. Экспорт в Navisworks.
3. Выполнение расчета объёмов работ в Excel.
4. Построение календарного плана в Project.
5. Связь календарного плана с информационной моделью, анализ.
6. Передача модели в расчетные комплексы.
7. Расчет модели на монтажной стадии в Лире.

Исходными данными были чертежи, выполненные в программе Autodesk AutoCAD (рис. 1).

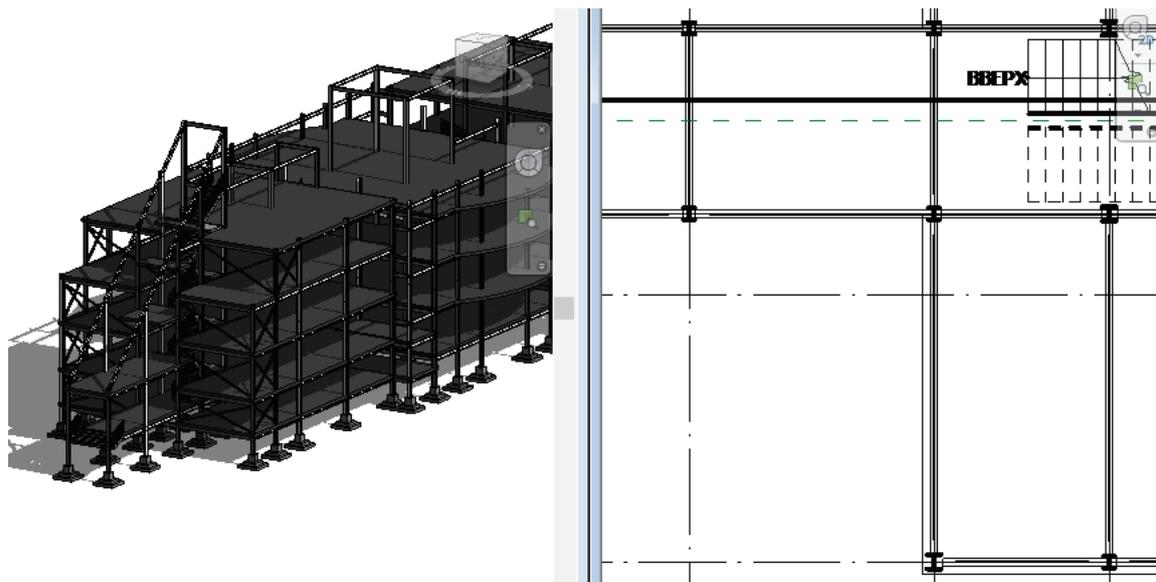


Рисунок 1 – 3d модель каркаса и ее представление в виде автоматически созданной проекции чертежа плана этажей.

Для построения модели в Revit был подобран шаблон для выполнения чертежей марки КМ, сформирована библиотека семейств элементов для балок, колонн и связей.

Выполнено построение модели – создана сетка осей и уровней, на которых были размещены все элементы в соответствии с чертежами.

После создания модели все колонны были разрезаны в соответствии с габаритами погрузки (размерами отправочных марок). Были созданы спецификации металлопроката для данного объекта – программой выполнен автоматический подсчет элементов, их размеры, тип, вес, количество.

Далее модель экспортировалась в Navisworks, здание было разделено на 3 захватки, а все элементы распределены в монтажные блоки – поисковые наборы элементов (рис. 2).

Список всех наборов элементов был перенесен в электронные таблицы Excel, где выполнен расчет калькуляции для каждого набора – объёмы работ и их трудоемкость.

По полученным объёмам работ в MS Project был разработан календарный план, подобраны составы бригад, оптимизированы все рабочие процессы (рис. 3).

Данные графика через формат *.mprr были подгружены к модели Navisworks. Созданные наборы были сопоставлены с работами по таким данным, как длительность, дата начала и дата окончания. В случае реального строительства есть возможность отслеживать еще и реальные сроки – к графику добавляются данные по фактическим срокам, соответствующим реальному строительству, и есть возможность наблюдать, насколько строительство отстает или опережает план.

Таким образом, была получена 4d модель здания – данные в 3-х измерениях – 3d модель, совокупность всех элементов – колонн, балок, перекрытий, связей и т. д., и 4-е измерение – время, когда та или иная конструкция попадает на стройку и занимает свое проектное положение.

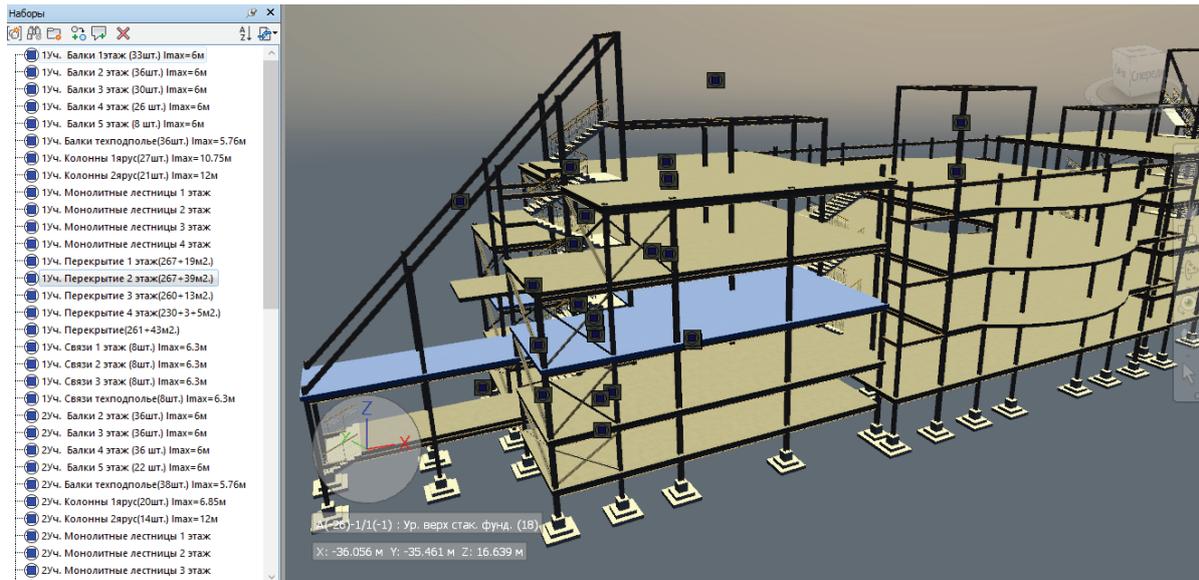


Рисунок 2 – Создание поисковых наборов элементов.

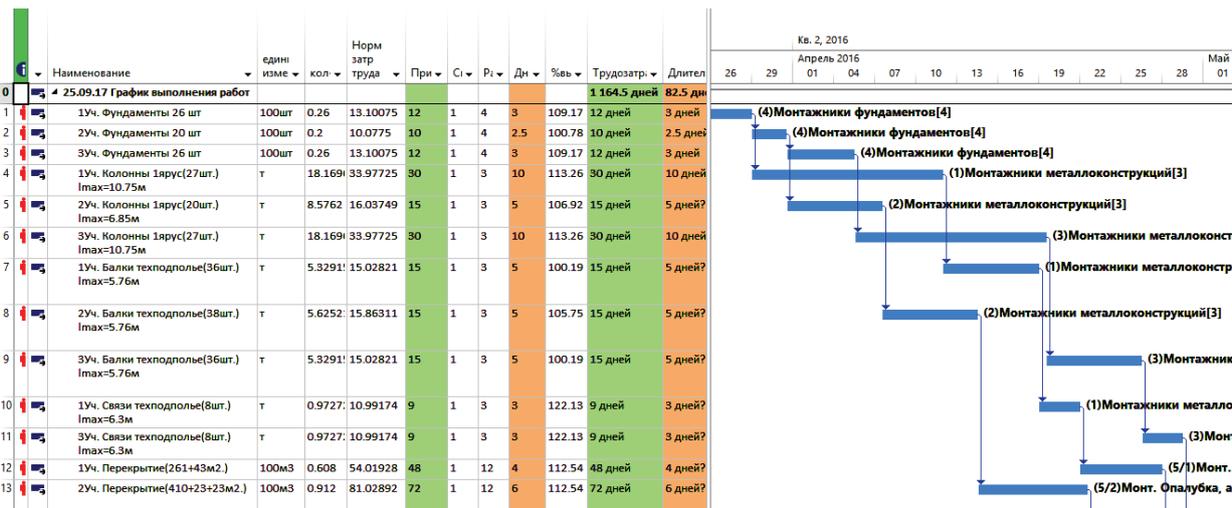


Рисунок 3 – Календарный план MS Project.

Через модуль программы TimeLiner, пункт «Моделирование», в ускоренном времени можно наблюдать, как будет вестись строительство. В окне программы можно наблюдать конкретные даты, недели от начала работ. Внизу окна программы отображается динамически изменяющийся календарь, на котором показаны все текущие процессы (рис. 4).

Моделирование может быть остановлено как на музыкальном проигрывателе, перемотано на определенный момент, ускорено или замедленно.

Есть возможность наблюдения за моделью со стороны или от первого, или 3-го лица. Так мы можем более тщательно наблюдать за моделью, выявить ошибки, которые, возможно, не заметили бы на плоских чертежах, и можем устранить эти ошибки еще до начала строительства, что экономит денежные средства на устранения тех или иных проблем в реальном строительстве.

Функционал программного комплекса Navisworks позволяет через связанные файлы собирать в единую модель все разделы проекта – единая модель архитектурного раздела конструкций, инженерных сетей, генплана. Это позволяет выполнить проверку программой этих разделов на коллизии – пересечения конструкций (к примеру на обычных чертежах может быть незаметно пересечение балки с водосточной трубой и проблема будет обнаружена только на этапе строительства), в случае использования Navisworks ошибки устраняются на этапе проектирования (рис. 5).

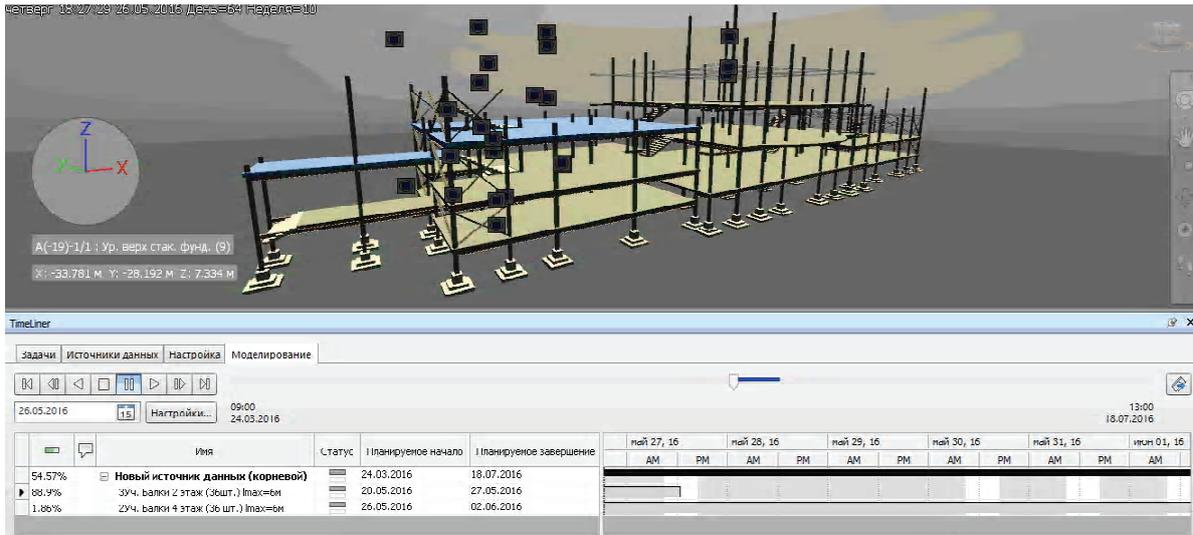


Рисунок 4 – Моделирование процесса строительства.

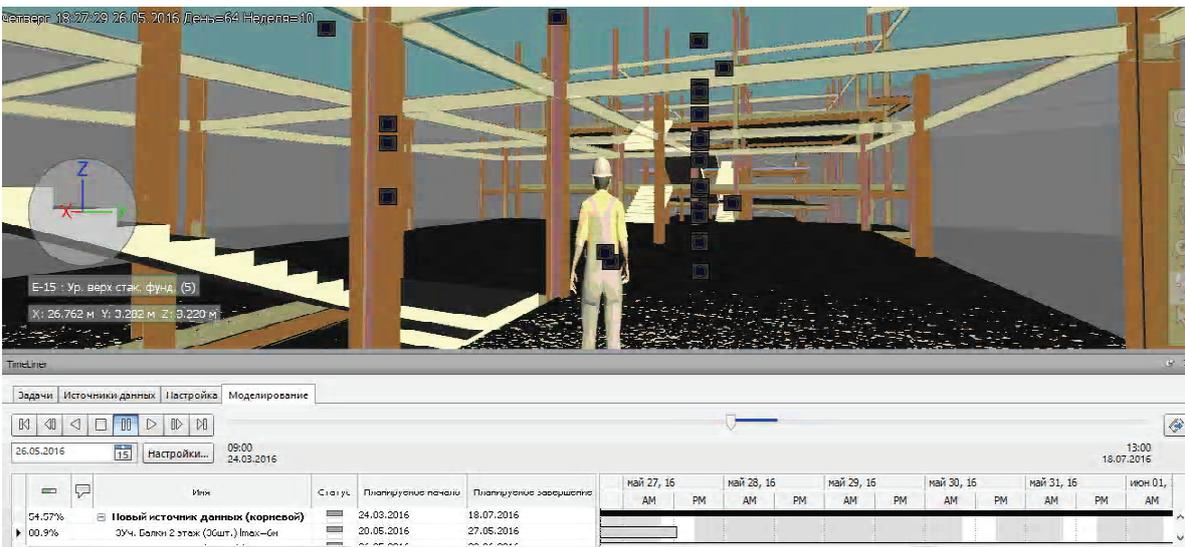


Рисунок 5 – Анализ модели на этапе строительства.

Имея представление о том, как будет выглядеть объект строительства на определенном этапе, может возникнуть вопрос, касающийся устойчивости конструкции – может ли еще недостроенное здание потерять устойчивость? Ведь нагрузки могут распределиться неравномерно и могут не соответствовать расчетной полной модели.

Для осуществления проверки модель Revit, содержащая в себе аналитическую модель каждого элемента, через совместимый формат *.ifc для начала экспортируется в Sapfir – программный комплекс от создателей ЛИРА-САПР, где будущая аналитическая модель настраивается и затем переносится в расчетный комплекс (рис. 6).

Полученная экспортированная модель перепроверяется на соответствие жесткостей элементов. Каждому стержню и пластине задаются типы соединений, прикладываются временные, постоянные и динамические нагрузки.

Далее модель запускается на расчет, реализуются расчетные сочетания нагрузок. Полученные результаты расчетов могут быть отображены в виде таблиц, эпюр, изополей напряжений (рис. 7).

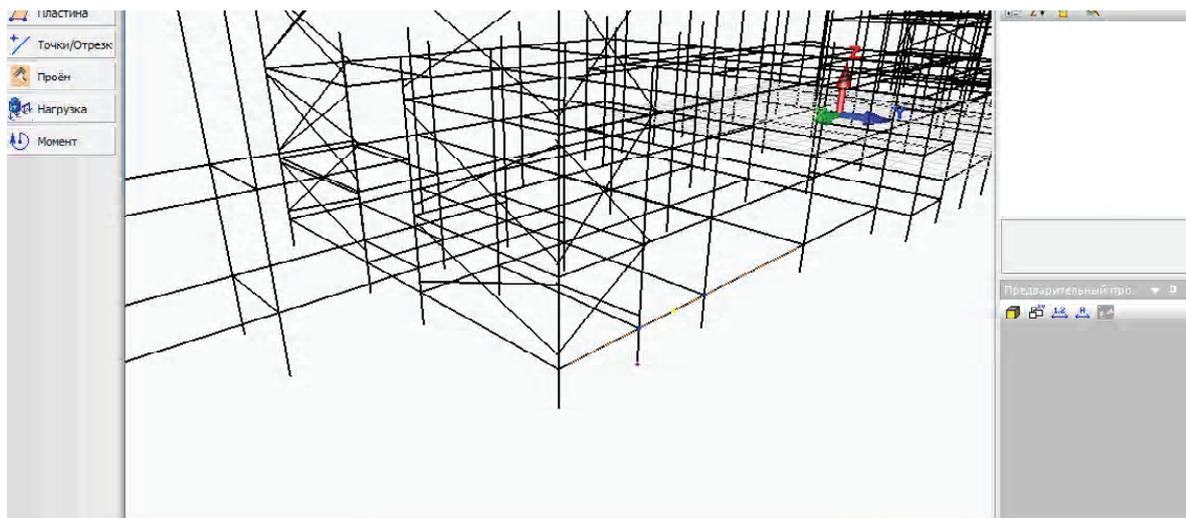


Рисунок 6 – Сформированная аналитическая объёмная модель каркаса в Sapfir.

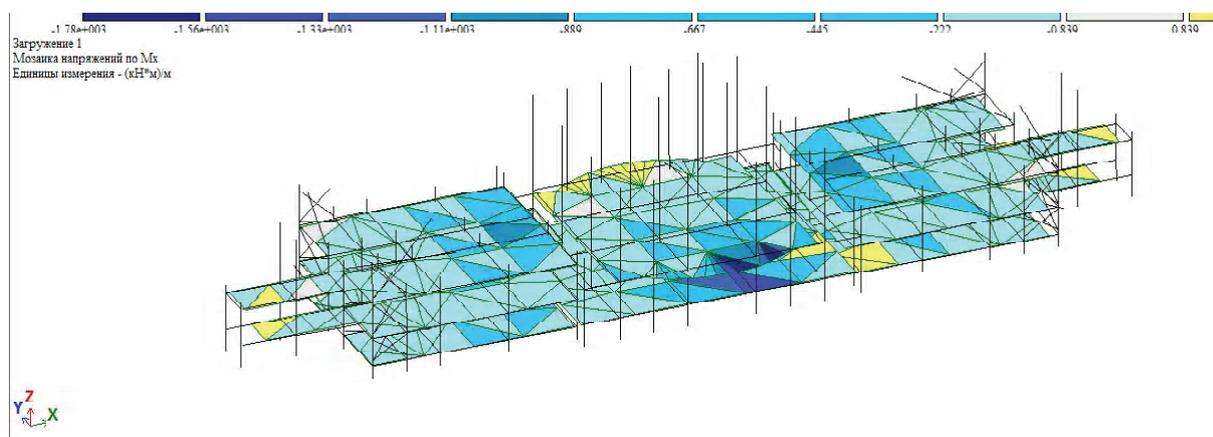


Рисунок 7 – Рассчитанная схема каркаса в Лире.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Выполнена информационная модель металлического каркаса в программном комплексе Autodesk Revit, получены чертежи марки КМ – планы, фасады, разрезы, получены спецификации металлопроката для расчета объемов работ.
2. По созданному в Microsoft Project календарному плану производства работ выполнена 4d модель в программном комплексе Navisworks.
3. Для анализа конструкций на монтажной стадии, аналитическая модель экспортирована и рассчитана на совместное действие нагрузок в программном комплексе ЛИРА-САПР.
4. Отработаны алгоритмы построения информационной модели, календарных планов с использованием современных информационных технологий, найдены оптимальные варианты экспортирования информации между программами через совместимые форматы файлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ланцов, А. Л. AUTODESK REVIT 2015. Компьютерное проектирование зданий [Текст] / А. Л. Ланцов. – М. : ООО «Издательский Центр РИОР», 2014. – 664 с. – ISBN 978-5-369-01393-9.
2. Duell, Ryan. Autodesk Revit Architecture 2014 Essentials [Текст] / Ryan Duell, Tobias Nathorn, Tessa Reist Harhort. – Canada : Sybex, 2013. – 416 p.
3. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс] : Проектирование, строительство, эксплуатация / Autodesk, Inc. – [Б. м.] : Autodesk, Inc., 2014. – 58 с. – Режим доступа : http://autodeskkommunity.ru/upload/iblock/656/bim_brochure.pdf.

4. Dodds, Jason. Mastering Autodesk Navisworks 2013 [Текст] / Jason Dodds, Scott Johnson. – Canada : John Wiley & Sons, Inc., 2012. – 576 p. – ISBN 978-1-118-28171-0.
5. Tickoo, Sham. Exploring Autodesk Navisworks 2016 [Текст] / Sham Tickoo. – 3rd Edition. – USA : Cadcam Technologies, 2015. – 388 p. – ISBN 978-1-942689-08-9.

Получено 28.09.2017

Д. О. ЛЯЛІН, А. М. ЮГОВ
ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ БУДІВЛІ З
МЕТАЛЕВИМ КАРКАСОМ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Представлено пошук раціональних рішень монтажу та організації будівельного виробництва з побудовою інформаційної моделі будівлі 3d і 4d з використанням програмних комплексів Autodesk Revit, Navisworks, Microsoft Project, Excel і подальшим розрахунком на монтажній стадії в ЛІРА-САПР.
Ключові слова: будівля з металевим каркасом, монтаж, BIM, 3D-модель, 4D-модель, Autodesk Revit, Microsoft Project, Navisworks, ЛІРА-САПР, інформаційна модель будівлі.

DENIS LYALIN, ANATOLY YUGOV
SUBMISSION OF RATIONAL TECHNOLOGY OF INSTALLATION OF
BUILDING WITH METALLIC FRAMES WITH USING MODERN
INFORMATION TECHNOLOGIES
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The author presents a search for rational solutions for installation and organization of construction production with the construction of an informational model of the 3d and 4d buildings using Autodesk Revit, Navisworks, Microsoft Project, Excel software sequences and subsequent calculations at the installation stage in LIRA-CAD.
Key words: : building with metal frame, installation, BIM, 3D model, 4D model, Autodesk Revit, Microsoft Project, Navisworks, LIRA-CAD, building information model.

Лялін Денис Олегович – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование современных программных комплексов в инженерной деятельности.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: техническая диагностика, мониторинг и оценка технического состояния конструкций зданий и сооружений, технология монтажа и расчеты на монтажные состояния конструкций зданий и сооружений, реконструкция зданий и сооружений, системы управления качеством.

Лялін Денис Олегович – студент ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: використання сучасних програмних комплексів в інженерній діяльності.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: технічна діагностика, моніторинг і оцінка технічного стану конструкцій будівель і споруд, технологія монтажу і розрахунки на монтажні стани конструкцій будівель і споруд, реконструкція будівель і споруд, системи управління якістю.

Lyalin Denis – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: use of modern software systems in engineering.

Yugov Anatoly – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, full member of the Academy of Construction of Ukraine. Scientific interests: technical diagnostics, monitoring and evaluation of technical condition of structures of buildings and structures, installation technology and calculations for installation conditions of structures of buildings and structures, reconstruction of buildings and structures, quality management systems.