

## СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ BIM- И CAE-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Зеньков Е.В.*

*Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия*

**Ключевые слова:** информационная модель, архитектурная модель, расчетная модель, оценка на коллизии, статический расчет, напряженно-деформированное состояние.

**Аннотация.** В работе приводится опыт использования BIM-технологий при разработке цифровых информационных моделей построенных объектов капитального строительства, расположенных в Китайской Народной Республике. Проекты зданий формировались в программном комплексе Autodesk Revit. С целью проверки принятых проектных решений созданных BIM-моделей способом импортирования осуществлялась разработка расчетных моделей этих объектов в программе SCAD. Выполнен статический конечно-элементный расчет напряженно-деформированного состояния несущих элементов зданий при воздействии на них собственного веса и снега, действующего на пластинчатые элементы верхней части зданий. Практическая ценность работы состоит в расширении возможностей использования информационных моделей зданий и их оперативное изменение на любом этапе жизненного цикла при выполнении предварительного планирования процессов их реконструкции и ремонта.

## JOINT APPLICATION OF BIM AND CAE TECHNOLOGIES ON THE EXAMPLE OF THE DEVELOPMENT OF CAPITAL CONSTRUCTION FACILITIES

*Zenkov E.V.*

*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia*

**Keywords:** information model, architectural model, calculation model, collision assessment, static calculation, stress-strain state.

**Abstract.** The paper provides experience in using BIM technologies in the development of digital information models of constructed capital construction projects located in the People's Republic of China. Building designs were created using the Autodesk Revit software package. In order to verify the adopted design decisions of the created BIM models by importing, the development of calculation models of these objects in the SCAD program was carried out. A static finite element calculation of the stress-strain state of load-bearing elements of buildings under the influence of their own weight and snow acting on the plate elements of the upper part of the buildings was carried out. The practical value of the work lies in expanding the possibilities of using information models of buildings and their prompt change at any stage of the life cycle when performing preliminary planning of the processes of their reconstruction and repair.

В настоящее время ведение информационной модели объекта существенно упрощает и ускоряет процессы, связанные с его текущими изменениями, вносимыми при проведении перепланировки, ремонта, реставрации и реконструкции [1]. Поскольку работа с информационной моделью возможна с применением различных типов прикладных программ, в

результате можно получить расчетные схемы, графики производства работ, отследить каждый этап работ и выстроить грамотную логистику на строительной площадке. В данной работе приведен опыт использования BIM-технологий при разработке цифровых информационных моделей (ЦИМ) построенных зданий, расположенных в городе Харбин в Китае.

Для достижения поставленных в работе целей решению подвергались следующие основные задачи.

1. Анализ и выбор систем автоматизированного проектирования.
2. Анализ проектной документации по необходимым разделам.
3. Формирование архитектурной модели здания в программном комплексе.
4. Расчетное обоснование принятых проектных решений.
5. Проектирование систем водоснабжения и водоотведения в отдельном файле, с учетом всех изменений в проекте, поиском коллизий.

Перед началом формирования цифровых информационных моделей была изучена имеющаяся проектная документация на рассматриваемые объекты (рис. 1).



Рис. 1. Объекты капитального строительства (ОКС): а – здание библиотеки; б – здание общежития

Площадь проекта библиотеки (рис. 1,а) занимает около 1600 квадратных метров и площадь застройки около 6400 квадратных метров. Высота этажа – 3,6 метра, а количество этажей – 4. Площадь общежития (рис. 1,б) около 750 квадратных метров, количество этажей – 6.

Формирование ЦИМ объектов осуществлялось в программном комплексе Autodesk Revit [2]. На рисунке 2 приведены планы этажей разрабатываемых объектов. В результате использования инструментов BIM выполнено построение архитектурного макета объектов (рис. 3) и задание инженерных систем водоснабжения и водоотведения, отопления, вентиляция. Проведена работа по созданию семейств системы отопления, в частности, радиаторов, созданы типы стен.

После формирования ЦИМ ОКС осуществлялась процедура оценки на коллизии (пересечения) элементов зданий и инженерных систем между собой. Для этого использовался Autodesk Navisworks.

С целью оценки надежности проектных решений проведен статический расчет в программе SCAD [3]. Разработка расчетной модели в программе SCAD включала задание параметров сечений в соответствии с проектом,

жесткостей стержневых и пластинчатых элементов зданий, назначены класс используемого бетона, группы армирования колонн и остальные параметры для выполнения статического расчета. Нагрузки на здания принимались по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Расчет производился с учетом воздействия на здания собственного веса несущих элементов и снеговой нагрузки на верхние пластинчатые элементы зданий. При этом у обоих зданий граничные условия закрепления были приняты для их основания в виде ограничений по всем степеням свободы. Результаты выполненного расчета в виде подбора арматуры приведены на рисунке 4.

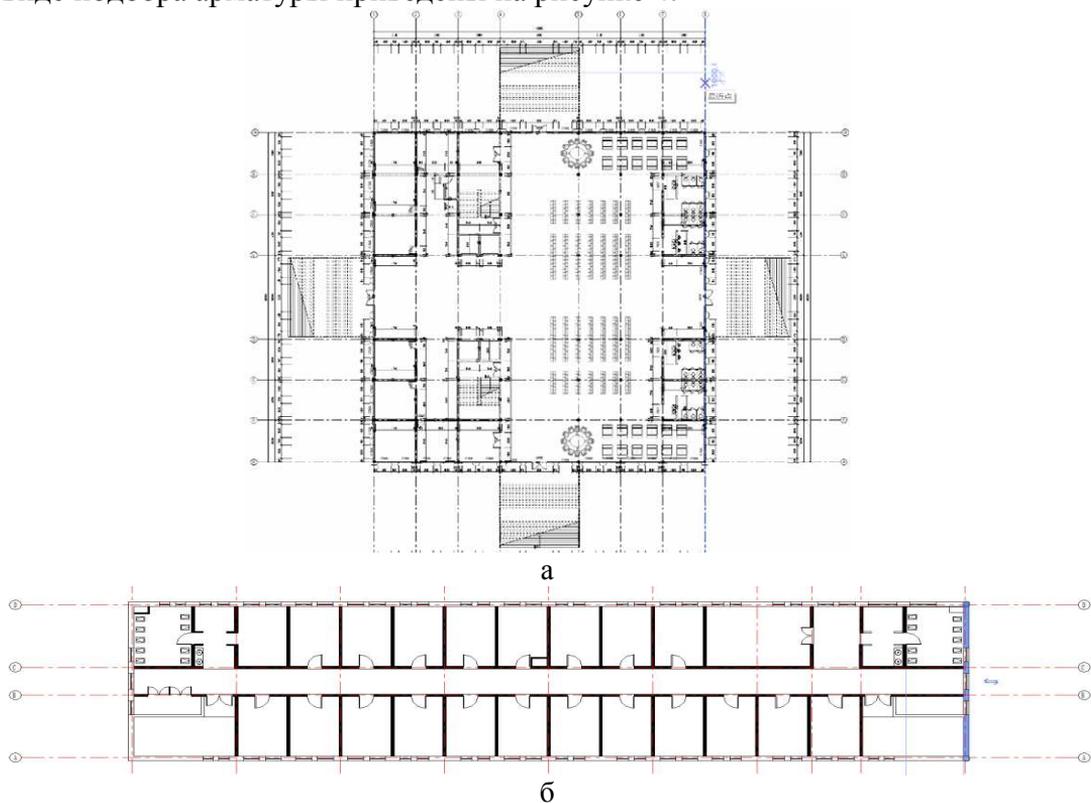


Рис. 2. Планы этажей ОКС: а – здание библиотеки; б – здание общежития

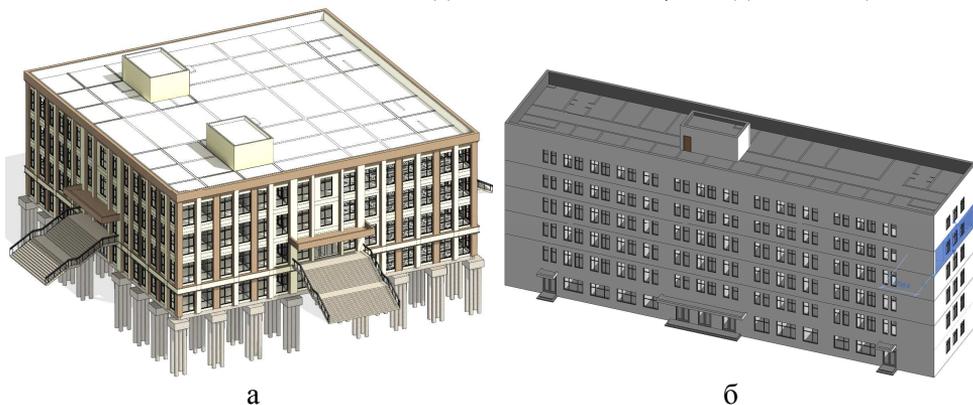


Рис. 3. Архитектурные модели ОКС в Revit: а – здание библиотеки; б – здание общежития

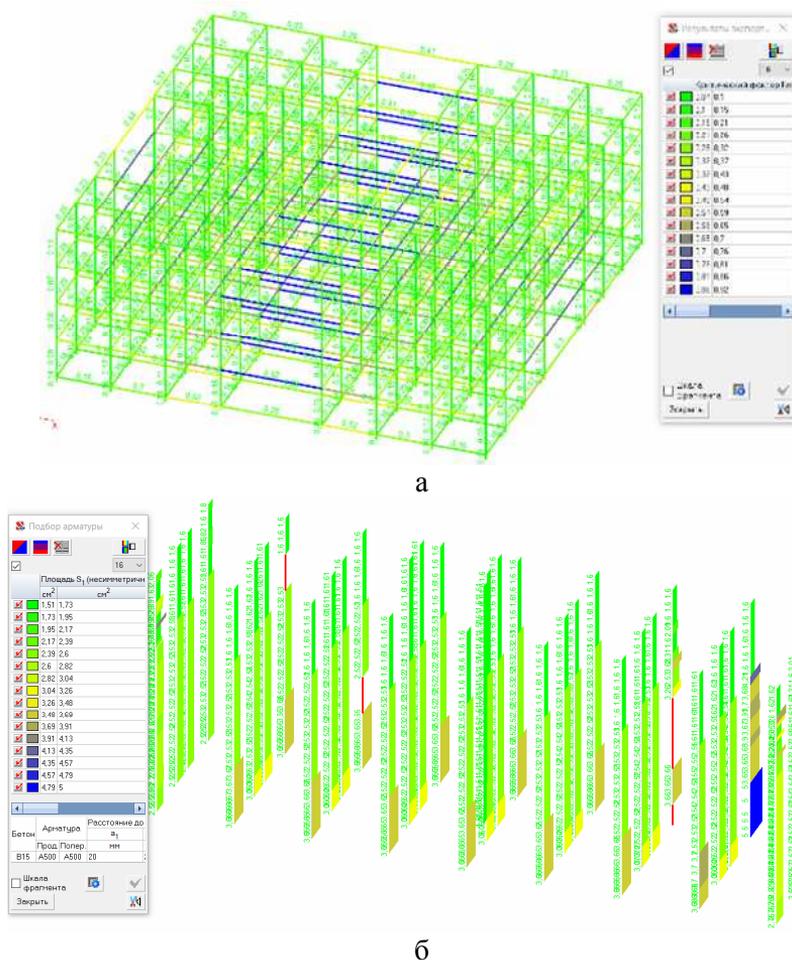


Рис. 4. Расчетные модели объектов в SCAD: а – здание библиотеки; б – здание общежития

Как видно из результатов, представленных на рисунке 4, а для элементов колонн и ригелей здания библиотеки, принятые размеры сечений обеспечивают прочность несущих элементов здания. Что касается элементов колонн здания общежития (рис. 4, б), отмеченных красным цветом, необходимо изменить размеры сечений участков этих колонн. Указанные элементы не проходят по прочности по касательным напряжениям для материала бетона, что требует пересмотра заданных значений размеров этих колонн.

Таким образом, на основе программы Revit разработаны ЦИМ зданий библиотеки и общежития. На основе BIM-моделей разработаны их расчетные модели в SCAD для расчетного обоснования принятых проектных решений. Совместное применения BIM- и CAE-технологий открывают широкие возможности использования процесса цифровизации и позволяют оперативно изменять ОКС на этапе его жизненного цикла.

### Список литературы

1. Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю. Использование информационных моделей при проведении строительно-технических экспертиз // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – №1 (39). – С. 105-111.
2. Пименов С.И. Строительная информационная модель // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2022. – №3. – С. 72-84.
3. Ермакова М.А., Селезнёва Е.А., Зеньков Е.В., Яценко В.П. Особенности экспорта BIM модели из AUTODESK REVIT в SCAD++ // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 317-324.

### References

1. Lazareva N.V., Zinoviev A.Yu. The use of information models when conducting construction and technical examinations // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. 2022, no. 1 (39), pp. 105-111.
2. Pimenov S.I. Construction information model // PNIPU Bulletin. Construction and architecture. 2022, no. 3, pp. 72-84.
3. Ermakova M.A., Selezneva E.A., Zenkov E.V., Yashchenko V.P. Features of exporting a BIM model from AUTODESK REVIT to SCAD++ // Youth Bulletin of ISTU. 2022, vol. 12, no. 2, pp. 317-324.

<b>Зеньков Евгений Вячеславович</b> – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления качеством и инженерная графика	<b>Zenkov Evgeniy Vyacheslavovich</b> – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of quality management and engineering graphics
jovanny1@yandex.ru	

*Received 22.02.2024*