

УДК 69:004.7

ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Нечаев Александр Андреевич, магистрант, направления подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: nechaev1995@bk.ru

Научный руководитель: **Руднев Игорь Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительных конструкций, Оренбургский государственный университет, Оренбург
e-mail: ru403@mail.ru

Аннотация. Актуальность данной темы обусловлена развитием применения информационных технологий в строительстве и проектировании зданий. Целью данной статьи является рассмотрение основных принципов интероперабельности систем информационного моделирования. В статье приведены основные принципы интероперабельности. Также в качестве примера интероперабельности систем информационного моделирования рассмотрена модель здания и возможности ее взаимодействия с двумя комплексами информационного моделирования. Рассмотренный пример интероперабельности может послужить одним из способов работы студентов с данными программами и облегчить понимание их взаимодействия. Для более глубокого понимания данной темы необходимы дальнейшие исследования возможностей специализированного ПО, а также возможности его взаимодействия на протяжении всего жизненного цикла здания.

Ключевые слова: интероперабельность, информационная модель здания, технологии информационного моделирования, STARK ES, Autodesk Revit.

Для цитирования: Нечаев А. А. Интероперабельность систем информационного моделирования зданий // Шаг в науку. – 2023. – № 4. – С. 70–78.

INTEROPERABILITY OF BUILDING INFORMATION MODELING SYSTEMS

Nechaev Alexander Andreevich, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: nechaev1995@bk.ru

Research advisor: **Rudnev Igor Vladimirovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Building Structures, Orenburg State University, Orenburg
e-mail: ru403@mail.ru

Abstract. The relevance of this topic is due to the development of the use of information technologies in the construction and design of buildings. The purpose of this article is to consider the basic principles of interoperability of information modeling systems. The article presents the basic principles of interoperability. Also, as an example of the interoperability of information modeling systems, a building model and the possibilities of its interaction with two information modeling complexes are considered. The considered example of interoperability can serve as one of the ways students work with these programs and facilitate understanding of their interaction. For a deeper understanding of this topic, further research is needed on the capabilities of specialized software, as well as the possibility of its interaction throughout the entire life cycle of the building.

Key words: Interoperability, building information model, information modeling technologies, STARK ES, Autodesk Revit.

Cite as: Nechaev, A. A. (2023) [Interoperability of building information modeling systems]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 4, pp. 70–78.

В процессе жизненного цикла здания в современном проектировании используются сразу несколько



САПР, систем информационного моделирования и мониторинга, позволяющие эффективнее работать с задачами и проблемами, возникающими в процессе проектирования и эксплуатации здания. Разнообразие и многочисленность этих систем влечет за собой необходимость решения проблемы интероперабельности этих систем.

Информационная модель объекта строительства должна обеспечивать согласованное функционирование различных информационных систем и их компонентов на основе единственной, абсолютной трактовки смысла информации, полученной в результате обмена, другими словами, созданная информационная модель здания или ее часть в одной системе должна корректно восприниматься другой системой информационного моделирования¹. В качестве самого простого примера рассмотрим конструкцию «несущая стена». При передаче информационной модели стены из одной системы в другую, характеристики, которая имеет эта стена (толщина несущего слоя, толщина утеплителя, отделочного слоя, ее площадь за вычетом проемов, объем строительных материалов и т. п.), должны в полной мере передаваться с информационной моделью.

То есть интероперабельность отражает необходимость обеспечения совместимости информации при обмене данными между ПО в любом виде и гарантирует полный доступ к обработке и анализу этой информации со стороны другого пользователя, без непосредственного участия автора. Применительно к строительству, интероперабельность имеет первостепенное значение для обеспечения обмена информацией на всех этапах жизненного цикла объекта строительства. Например, железобетонная стена толщиной 200 мм, которая должна быть однозначно идентифицирована на этапе проектирования, закупки материалов, возведения и эксплуатации, а также правильно и единственным правильным образом классифицирована².

Программные платформы технологии информационного моделирования должны поддерживать³:

а) объектно-ориентированное моделирование на основе трехмерных интеллектуальных параметрических объектов, между которыми устанавливаются отношения и правила взаимодействия [4] – подразуме-

вает четкую иерархию объектов, а также постоянное взаимодействие составляющих этой иерархии между собой. Все созданные объекты в такой концепции имеют свои параметры, например (длина, толщина, высота стены) при изменении которых, связанные с ними другие параметры автоматически изменяются (объем кладки, несущая способность, площадь и т. п.). После создания объекта или в процессе, при необходимости, на него накладываются определенные зависимости, правила поведения и отношения с другими объектами в среде (например, в процессе или после создания стены, при необходимости мы можем привязать стену к другому объекту (к оси, к другой стене, к перекрытию и т. п., после чего при изменении высоты этажа стена увеличится в высоту);

б) возможность создания наборов параметров (атрибутивных данных физического, экономического или другого рода) для соответствующих объектов модели – то есть для любого объекта должна быть возможность посредством стандартных инструментов системы информационного моделирования задавать необходимые параметры (например, создать и присвоить параметр степени огнестойкости стены);

в) ассоциативные связи между трехмерной моделью, чертежами и спецификациями – при изменении модели, меняются и 2д проекции (чертежи) и численные значения в спецификациях;

г) экспорт модели в формат IFC – для обеспечения обмена информации в строительстве следует использовать открытый стандарт файлового формата данных IFC. Именно этот формат в большинстве случаев используется различными плагинами и надстройками для технологий информационного моделирования. Формат IFC необходимо использовать для обеспечения интероперабельности как формат, позволяющий открыть файл в любой системе. При этом файл этого формата содержит все соответствующие классы объектов.

Но, к сожалению, не всегда и не везде может применяться открытый формат IFC, некоторые программные комплексы, ввиду своей архитектуры и ядра не могут его использовать, или используют, но с критическими ошибками, но и тут есть решение. Прикладные программные комплексы обеспечивают решение специализированных задач (например, разработка

¹ ГОСТ Р 55062-2012 Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2018. – 8 с.

² ГОСТ Р 10.0.06-2019/ИСО 12006-3:2007 Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Строительство зданий. Структура информации об объектах строительства. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией. – М.: Стандартинформ, 2019. – 32 с.

³ СП 331.1325800.2017 Правила обмена информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах. – М.: Стандартинформ, 2017. – 26 с.

отдельных разделов проекта; виртуальная имитация процесса строительства; формирование на базе информационной модели сметной документации; выполнение различных инженерно-технических расчетов на основе данных, полученных из информационной модели, и пр.). Прикладные программные комплексы могут быть реализованы в виде приложений к программным платформам (плагины) или как самостоятельные программные решения. Например,

при реализации экспорта данных об информационной модели во внешнюю программу для выполнения дальнейших инженерных расчетов или составления смет может быть использован плагин (дополнительное программное обеспечение), который обращается к созданной модели строительного объекта, считывает и обрабатывает необходимую информацию, а затем преобразует данные в формат соответствующего программного комплекса.

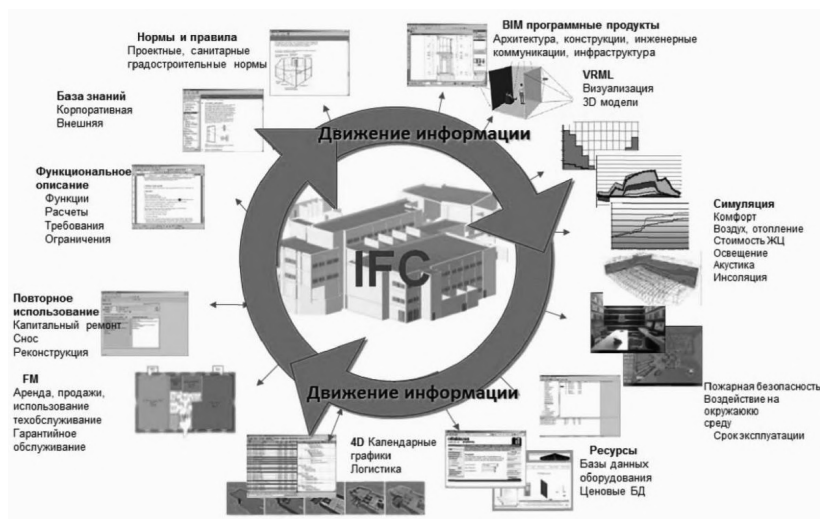


Рисунок 1. Реализация схемы передачи данных между программными комплексами с помощью формата IFC
 Источник: взято из *Обеспечение интероперабельности при информационном моделировании объектов строительства: методическое пособие* // Жук Ю. Н. [и др.]. – М.: ФАУ «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве», 2017. – 158 с.



Рисунок 2. Реализация схемы передачи данных между программными комплексами с помощью плагина
 Источник: взято из СП 331.1325800.2017. *Правила обмена информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах.* – М.: Минстрой России, 2017. – 32 с.

В качестве примера реализации схемы интероперабельности, осуществляемой посредством дополнительного ПО, будет рассмотрен процесс перевода информационной модели общественного здания, созданной в программном комплексе Autodesk Revit 2022, в рос-

сийский программный комплекс для прочностного расчета STARK ES. Как правило, информационная модель, используемая для определенных целей, не требует всей информации о модели. Конструктивный расчет требуют только смоделированные несущие конструкции.



Рисунок 3. Информационная модель здания
Источник: разработано автором

При переводе построенной 3D модели здания в STARK ES для дальнейшего расчета созданную модель необходимо подготовить для экспорта. Для правильной передачи информации необходимо еще в процессе построения определять в модели конструкции,

относящиеся к несущим, с помощью редактирования их характеристик. Это очень показательный момент, отражающий один из принципов интероперабельности – при изменении параметров мы можем изменять аналитическую модель здания.



Рисунок 4. Отметка несущих конструкций здания для автоматического создания информационной модели
Источник: разработано автором

После отметки всех несущих конструкций, переключаемся на режим отображения аналитической модели, то есть модели, отображающей основные элементы, подготавливаемые к расчету (колонны – вертикальные стержни, балки – горизонтальные стержни, плиты перекрытия – пластины)⁴. При необходимости

аналитическую модель можно отредактировать, при этом информационная 3D модель в обычном виде редактироваться не будет. Для наглядности можно отключить пару проемов в аналитической модели, при этом на виде обычной модели проемы остаются.

⁴ Stark ES импорт данных из Autodesk Revit 2012-2020 / ООО «ЕВРОСОФТ» – URL: <http://www.eurosoft.ru/download/reclama/revit-2stark2016.pdf> (дата обращения: 12.03.2023).

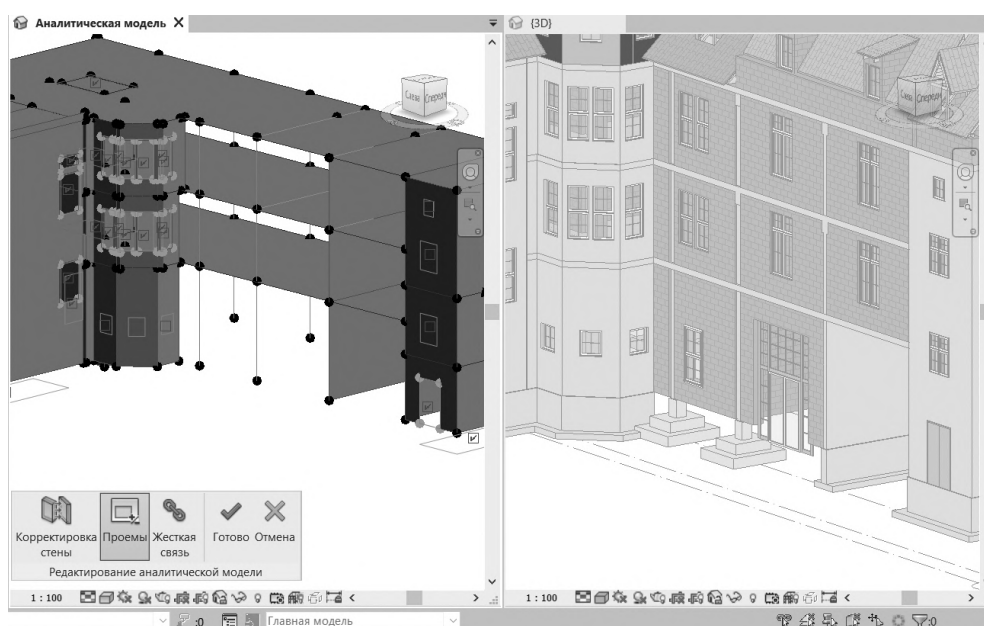


Рисунок 5. Аналитическая модель в Autodesk Revit

Источник: разработано автором

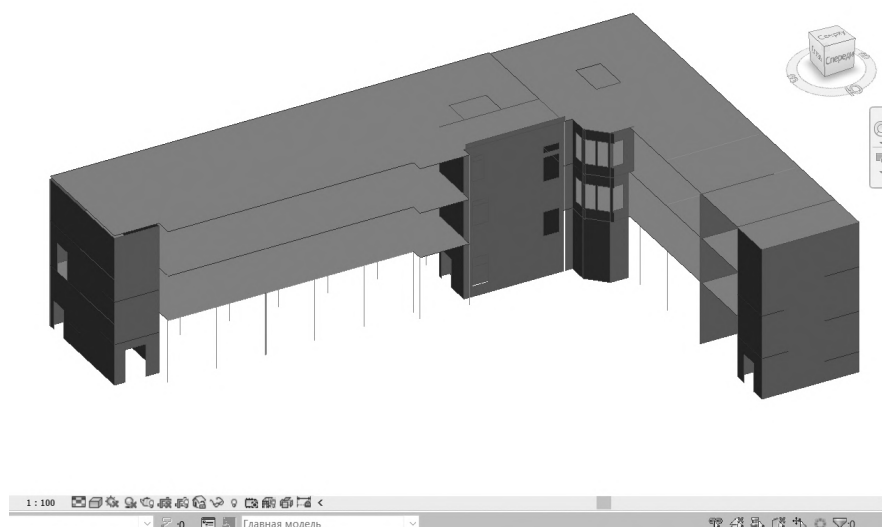


Рисунок 6. Итоговая аналитическая модель в Autodesk Revit

Источник: разработано автором

После проверки аналитической модели, используя плагин, разработанный программистами, работающими над STARK ES, выполняем передачу аналитической модели в расчетный комплекс. В общем виде плагин работает с аналитической моделью в Revit, считывает эти данные, определяет тип ана-

литического элемента, считывает заданные для такого типа характеристики и переводит их в соответствующие характеристики позиций в ПОС-проекте Старка. В итоге получается ПОС-модель с переданными элементами из Revit.

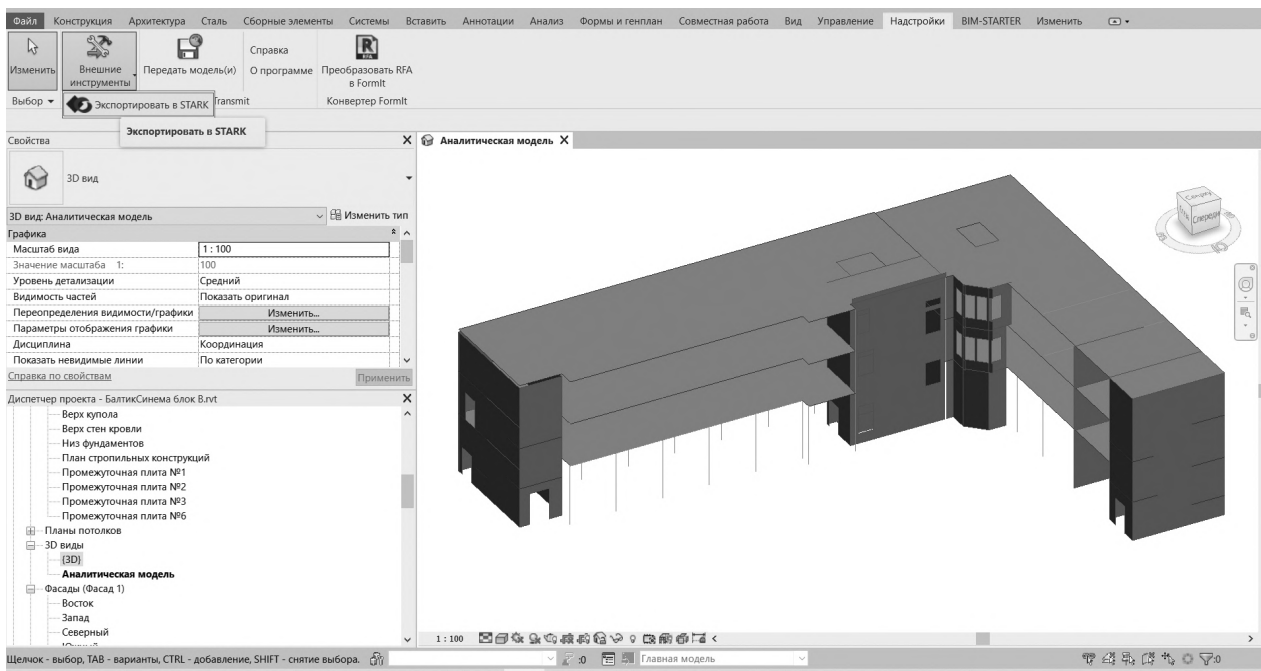


Рисунок 7. Установленный плагин Revit2Stark

Источник: разработано автором

При запуске процесса экспорта, плагин автоматически переводит аналитику из Revit в так называемый

позиционный проект в формате .POS, один из изначальных форматов, используемых в ПК STARK ES.

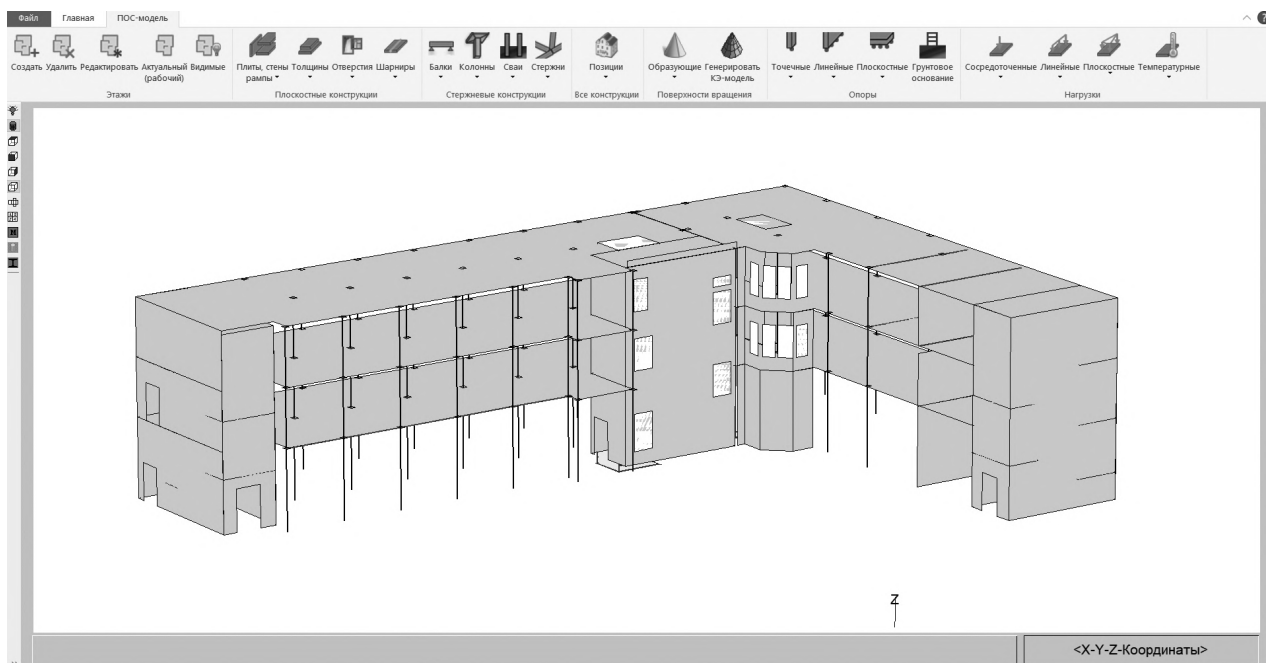


Рисунок 8. Позиционная модель в STARK ES

Источник: разработано автором

Плагин переносит не только саму аналитическую модель, но и все жесткости, заданные в процессе моделирования в Revit. После создания позиционного проекта можно конвертировать его в КЭ-модель, за-

давать нагрузки и выполнять все требуемые расчеты. Для наглядности далее приведен подбор арматуры в плитах перекрытия.

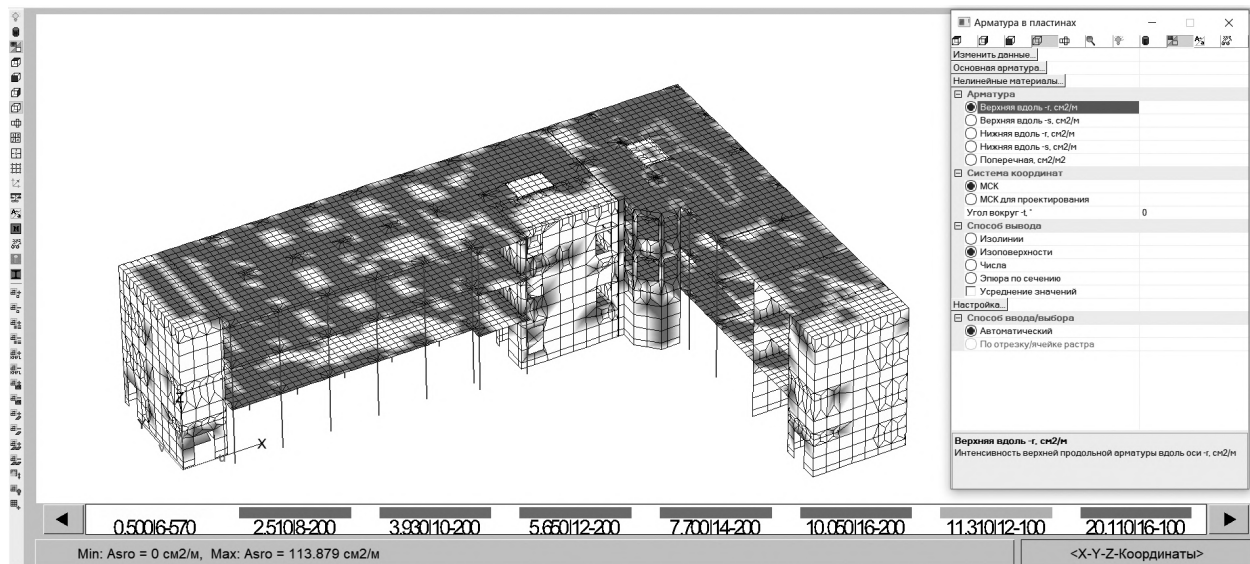


Рисунок 9. Изополя раскладки верхней арматуры плит перекрытия по оси X
 Источник: разработано автором

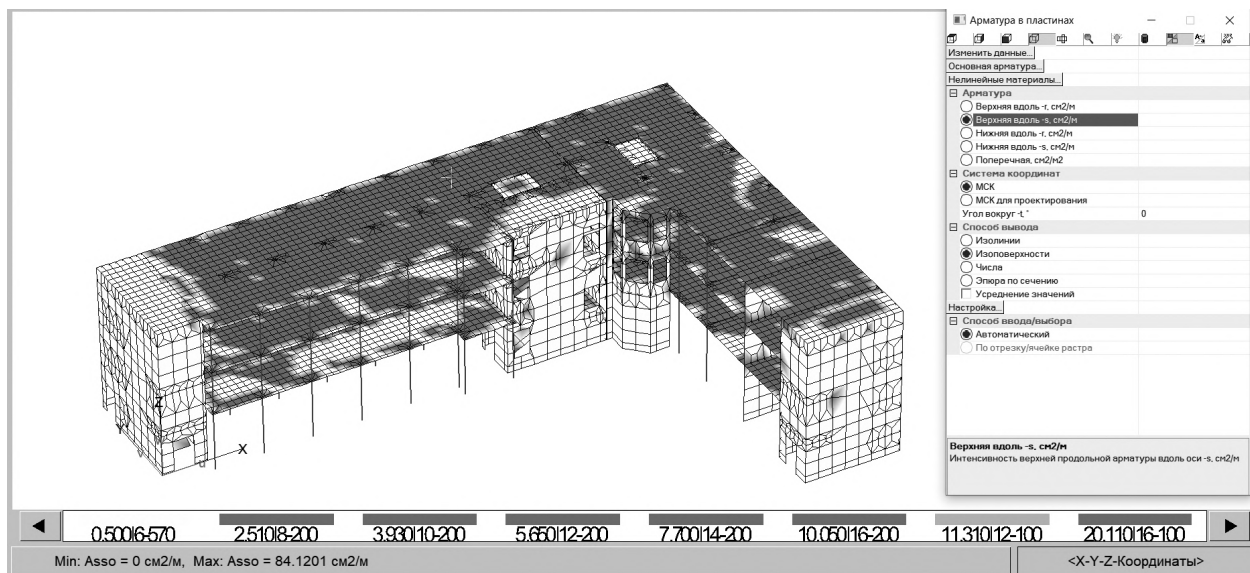


Рисунок 10. Изополя раскладки верхней арматуры плит перекрытия по оси Y
 Источник: разработано автором

Представленный пример отражает принципы интероперабельности лишь в малой форме. Для более глубокого понимания необходимы дальнейшие ис-

следования возможностей специализированного ПО, а также возможности его взаимодействия на протяжении всего жизненного цикла здания.

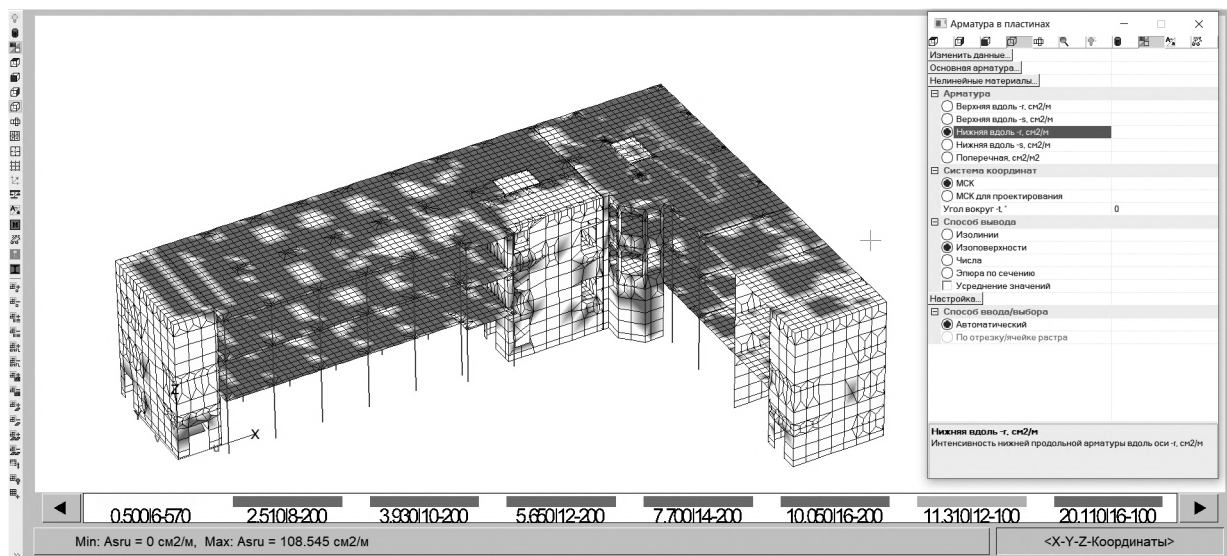


Рисунок 11. Изополя раскладки нижней арматуры плит перекрытия по оси X
Источник: разработано автором

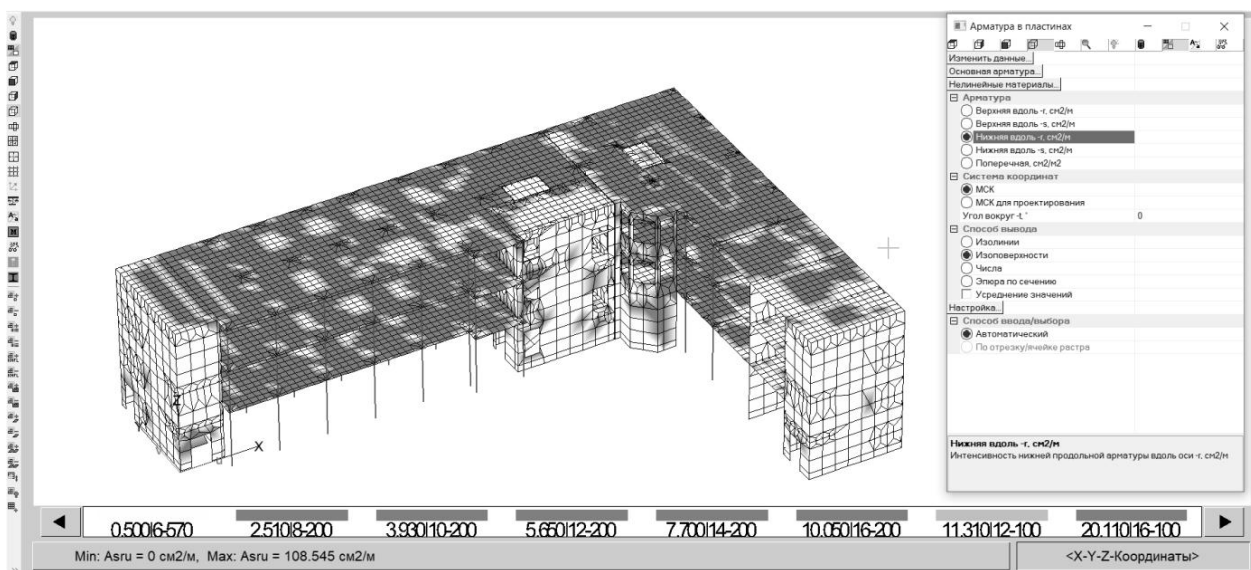


Рисунок 12. Изополя раскладки нижней арматуры плит перекрытия по оси Y
Источник: разработано автором

Литература

1. Беляев А. В., Антипов С. С. Жизненный цикл объектов строительства при информационном моделировании зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – № 1. – С. 65–72.
2. Беляев А. В., Антипов С. С. Практический опыт построения информационной и расчётной модели по результатам технического обследования на примере башни «Эволюция» // Вестник НИЦ «Строительство». – 2019. – № 3(22). – С. 5–13.
3. Ерофеев П. С., Меркулов А. И., Манухов В. Ф. Применение технологии BIM в архитектурном учебном проектировании зданий и сооружений // Вестник Мордовского университета. 2015. – Т. 25, № 1. – С. 105–109.

4. Козелков М. М., Антипов С. С. Управление жизненным циклом несущих конструкций монолитных железобетонных зданий при помощи технологии информационного моделирования // Бетон и железобетон. – 2016. – № 1. – С. 12–15.
5. Кузеванов Д. В., Беляев А. В. Информационное моделирование железобетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. – 2017. – № 1. – С. 58–63.
6. Игнатова Е. В. Решение задач на основе информационной модели здания // Вестник МГСУ. – 2012. – № 9. – С. 241–246.
7. Статический и динамический расчет железобетонных монолитных каркасов зданий с помощью программного комплекса STARK ES / В.Н. Симбиркин С. О. Курнавина // Москва: ФГУП НИЦ «Строительство», ООО «Еврософт». 2007 г.

Статья поступила в редакцию: 16.05.2023; принята в печать: 20.11.2023.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.