



Правительство Воронежской области



Воронежский государственный
технический университет

ВСЕРОССИЙСКИЙ ФОРУМ

«ВІМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация»

15 ноября 2018 г.

Воронеж 2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Правительство Воронежской области

ВІМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация

Материалы Всероссийского форума

(г. Воронеж, 15 ноября 2018 г.)

Воронеж 2018

УДК 721.021;004.9
ББК 30в6

B56 ВМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация: Материалы Всероссийского форума [Электронный ресурс]: Электрон. текстовые и граф. данные (4,1 Мб) / под ред. Д.К. Проскурина. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2018. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: ПК 500 и выше; 256 Мб ОЗУ; Windows XP; SVGA с разрешением 1024x768; Adobe Acrobat; CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана

ISBN 978-5-7731-0700-2

В сборнике представлены тезисы докладов Всероссийского форума «ВМ. Проектирование. Строительство. Эксплуатация» с результатами исследований по вопросам проектирования и строительства зданий и сооружений в современных условиях. В представленных докладах рассматриваются подходы к проектированию и расчету зданий и сооружений, вопросы безопасности зданий и сооружений, энерго – и ресурсоэффективного обеспечения отрасли, вопросы градостроительства и многие другие.

Материалы сборника соответствуют научному направлению: «Фундаментальные исследования в области естественных и строительных наук». Предназначен для научно-технических работников, специалистов в области информационных технологий, проектирования, строительства, преподавателей, студентов и аспирантов, высших и средних специальных учебных заведений.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов. Материалы конференции в сборнике приведены в авторской редакции.

УДК 721.021;004.9
ББК 30в6

Редакционная коллегия:

- | | |
|------------------|---|
| Д.К. Проскурин | - канд. физ.-мат. наук, доц. – ответственный редактор,
Воронежский государственный технический университет; |
| Д.В. Сысоев | - канд. техн. наук, доц. – заместитель ответственного редактора
Воронежский государственный технический университет; |
| Э.К. Алгазинов | - д-р техн. наук, профессор,
Воронежский государственный университет; |
| С.А. Баркалов | - д-р техн. наук, профессор,
Воронежский государственный технический университет; |
| П.А. Головинский | - д-р физ.-мат. наук, профессор,
Воронежский государственный технический университет; |
| Т.В. Корелина | - канд. техн. наук, доц.,
Воронежский государственный технический университет; |
| В.А. Доровской | - д-р техн. наук, профессор,
Керченский государственный морской технологический
университет; |
| Р.С. Заринова | - канд. техн. наук, доц.,
Казанский государственный университет; |
| М.И. Чижов | - д-р техн. наук, профессор,
Воронежский государственный технический университет |

Рецензенты: кафедра высшей математики и информационных технологий
Воронежского государственного университета инженерных
технологий (зав. кафедрой д-р физ.-мат. наук, профессор Д.С. Сайко);
д-р техн. наук, профессор В.В. Лавлинский

ISBN 978-5-7731-0700-2

© ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Игнатова Е.В., Прокопьева Н.А.</i> Разработка профессионального стандарта «Специалист по информационному моделированию в сфере строительства»	4
<i>Козлов А.В., Козлова А.В.</i> Применение ПК ЛИРА-САПР для моделирования жизненного цикла сооружения в расчетах мостовых конструкций	10
<i>Умнова О.В., Худяков А.В., Маркин А.А., Маркин И.А.</i> Проектирование многоэтажного офисного здания с элементами BIM технологий	22
<i>Васильев А.В., Назарова Д.С., Переверзев Н.А., Васильева Н.А.</i> Особенности использования программного комплекса AUTODESK REVIT при реконструкции зданий и сооружений	30
<i>Лаврухина Т.В., Самсонов А.Н., Бабкин И.А.</i> О необходимости разработки алгоритма оптимальной расстановки пожарных извещателей	38
<i>Завалина Е.А., Брюхов А.А., Барышников Д.А.</i> Повышение барьерной роли и надежности существующей технологии очистки воды на хозяйственно-питьевых водопроводах	44
<i>Копытина Е.А., Петрикеева Н.А.</i> Оптимизация стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных коммуникаций	51
<i>Лаврухина Т.В., Самсонов А.Н., Бабкин И.А.</i> Разработка оптимальной расстановки пожарных извещателей в зданиях административно-бытового назначения	56
<i>Сысоева А.А., Сысоев Д.В.</i> Особенности проектирование систем электромонтажа в высших учебных учреждениях	64
<i>Чаганов А.Б., Воинский И.И., Шалагинова Е.В.</i> Работа с информационной моделью при обследовании зданий и сооружений	69

УДК 006.052

РАЗРАБОТКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «СПЕЦИАЛИСТ ПО ИНФОРМАЦИОННОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА»

Е.В. Игнатова¹, Н.А. Прокопьева²

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет»¹,
Россия г. Москва

Ассоциация организаций по развитию технологий информационного моделирования в
строительстве и ЖКХ (BIM-Ассоциация)²,
Россия г. Москва

¹ Канд. техн. наук., доцент кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве НИУ МГСУ тел.: +7(916)1918296, e-mail: ignatova@mgsu.ru

² Вице-президент BIM-Ассоциации по развитию квалификаций тел.: +7(916)1853017, e-mail: prokopyeva@bim-assosiation.ru

Определена актуальность разработки профессионального стандарта для специалиста по информационному моделированию в сфере строительства. Рассмотрены правовые аспекты разработки профессиональных стандартов. Проанализирован зарубежный опыт развития профессиональных компетенций в сфере информационного моделирования зданий. Описан принцип построения разрабатываемого профессионального стандарта. Представлен вариант обобщенных трудовых функций для специалистов по информационному моделированию с различным уровнем квалификации.

Ключевые слова: информационное моделирование, участники BIM процесса, квалификационные требования.

Введение

Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации до 2024 года, утверждённые Председателем Правительства 29.09.2018 года, определяют, что развитие строительной отрасли будет обеспечено за счет перехода к системе управления жизненным циклом объекта капитального строительства путем внедрения технологии информационного моделирования.

Одной из основных причин, замедляющих распространение технологий (цифрового) информационного моделирования (BIM-технологий), является дефицит квалифицированных кадров, подготовленных для работы с ними. На сайтах кадровых агентств размещены десятки объявлений о приглашении на работу специалистов для внедрения и развития BIM технологий в организациях

строительной сферы. Названия новых должностей включают приставку BIM (BIM менеджер/координатор/эксперт/автор/техник/моделлер/стажер/инженер). Соответствующие должностные обязанности демонстрируют отсутствие единого представления о необходимых компетенциях специалиста.

Вариантом стимулирования внедрения передовых технологий в проектировании, строительстве и ЖКХ может стать создание на рынке труда новых профессий (профессиональных цифровых компетенций) в сфере информационного моделирования. Прямым поручением Президента Российской Федерации от 19.07.2018г., в срок до 01.07.2019 года, предусмотрена необходимость подготовки специалистов в сфере информационного моделирования в строительстве.

С 2014 года в Российской Федерации формируется новая система квалификаций, базирующаяся на принципиально новых документах – профессиональных стандартах. В целях легализации развивающихся компетенций необходимо использовать предоставленные российским законодательством инструменты, с помощью которых можно принять участие в их законодательном закреплении, в их внедрении в образовательный процесс и процесс признания квалификаций.

Развитие цифровых компетенций в рамках Национальной системы квалификаций позволяет актуализировать, разрабатывать и утверждать профессиональные стандарты, применять профессиональные стандарты в сфере образования и обучения, в сфере труда, в сфере оценки квалификаций. Разработка профессионального стандарта «Специалист по информационному моделированию в сфере строительства» позволит определить требования рынка труда к квалификации специалистов, необходимых для внедрения, развития, сопровождения и использования технологий информационного моделирования в сфере строительства.

Международный опыт

Развитие технологий информационного моделирования прошло длинный путь. Многие страны уже имеют богатый опыт применения информационных моделей на различных этапах жизненного цикла объектов капитального строительства и недвижимости. Разработаны международные и национальные стандарты, в которых определяются роли, функции и базовые знания специалистов, участвующих в коллективной работе над созданием и использованием информационной модели объекта. Тем не менее продолжается процесс определения квалификационных требований к участникам процесса информационного моделирования.

Документ Великобритании «AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1.1 Технологический протокол BIM. Практика эффективного применения BIM в организации» определяет роли и ответственность участников процесса, организацию совместной работы в соответствии с таблицей 1. Перечислены

задачи, которые должны быть решены в рамках каждой основной функции. Названия специалистов соответствуют их роли (BIM-менеджер, BIM-координатор, BIM-моделлер). Отмечено, что эти задачи при небольшом проекте или в деятельности небольшой организации может выполнять один человек, в то время как при реализации крупного проекта, эти задачи могут быть распределены между группами людей [1].

Таблица 1

Роли и задачи участников процесса информационного моделирования [1]

Роль	Стратегия						Управление				Исполнение	
	Корпоративные цели	Исследования	Процесс + Среда	Стандартизация	Внедрение	Обучение	Исполнительный План	Аудит Модели	Координация Модели	Создание Контента	Моделирование	Создание Документации
BIM Менеджмент	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Координация	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет
Моделинг / разработка	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да

В Норвегии есть спрос на специалистов BIM менеджер, BIM координатор, BIM техник и BIM консультант. BIM менеджер отвечает за BIM на уровне компании, несет ответственность за внедрение, разработку и обеспечение соблюдение стандартов BIM, управляет программными продуктами, стандартами, обучением персонала, маркетингом BIM-сервисов. BIM координатором является тот, кто создает рабочий процесс и управление требованиями, проводит междисциплинарную координацию. Вакансия BIM координатора требует опыт и навыки инженера-строителя и 2-3 года опыта работы в качестве подрядчика или руководителя проекта. BIM техник - опытный специалист по разработке и поддержке программного обеспечения BIM для работы с дисциплинарной информационной моделью. BIM техник имеет возможность быть BIM-координатором после нескольких лет работы. BIM консультант - наиболее опытный BIM координатор или техник, или менеджер, который имеет возможность помочь внедрять и развивать BIM в компании в целом и в ее проекты [3].

В Финляндии есть много возможностей трудоустройства для людей, которые имеют квалификацию или опыт работы экспертами в области BIM (BIM координатор, BIM техник и BIM консультант). Но в настоящее время в Финляндии нет разработанных конкретных и общепризнанных квалификаций. Финский стандарт «COBIM (Common BIM Requirements. Series 11. Management of a BIM project)» содержит перечень лиц, участвующих в процессе информационного моделирования (BIM координатор и специалист, ответственный за разработку дисциплинарного проекта). Также стандарт определяет перечень задач BIM координатора на различных этапах жизненного цикла объекта строительства [2].

В Италии востребованы BIM менеджер, BIM координатор и BIM специалист. BIM специалист может использовать программное обеспечение для реализации проекта BIM в соответствии с его дисциплинарной компетенцией (архитектора, конструктора, эколога и др.), может понимать и использовать документацию о стандартах и процедурах работы с информацией при выполнении работ и моделировании. Профессиональное сообщество Италии ждет появления национального стандарта UNI 11337-7, который определит профессиональную деятельность, и квалификацию специалистов, участвующих в BIM процессе, включая BIM менеджера, BIM Координатора и BIM специалиста [3].

В Германии вопрос о квалификационных требованиях разработан наиболее полно. Утверждён стандарт VDI / BS 2552 8.1. «Информационное моделирование зданий. Квалификация. Основные знания». Цель документа - обеспечение качества образовательных, учебных и дополнительных образовательных мероприятий путем определения компетенций, квалификаций и содержания обучения, а также определения рамочных условий для непрерывного образования и обучения. Готовится к выпуску стандарт VDI / BS 2552 8.2. «Информационное моделирование зданий. Квалификации. Расширенные знания». Будет определена профессиональная квалификация сторон, участвующих в BIM процессе, особое внимание уделено квалификации BIM менеджера.

При отсутствии национальных требований к квалификации широко используются сертификационные требования международной организации BuildingSmart, которые определяют необходимые знания концепции Open BIM и методов ее применения в процессах управления информационной моделью объекта капитального строительства и недвижимости на различных этапах его жизненного цикла.

Разработка профессионального стандарта в России

Для упорядочения процесса разработки российских национальных стандартов, согласованных с международными стандартами, создан проектный технический комитет ПТК 705 «Технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства и недвижимости».

«Ассоциация организаций по развитию технологий информационного моделирования в строительстве и ЖКХ» ведет разработку профессионального

стандарта «Специалист по информационному моделированию в сфере строительства».

Идея построения профессионального стандарта заключается в определении трудовых функций специалистов по созданию, использованию, сопровождению информационной модели для решения задач различной сложности. В функциональной карте вида профессиональной деятельности определены следующие обобщенные трудовые функции:

- техническая подготовка процесса информационного моделирования, которая включает создание информационного обеспечения процесса моделирования;
- создание и использование дисциплинарной информационной модели при решении специализированных задач проектирования, строительства, эксплуатации;
- управление коллективным процессом информационного моделирования при создании дисциплинарных информационных моделей;
- управление процессом информационного моделирования на уровне проекта;
- управление технологией информационного моделирования на уровне организации.

Для анализа компетенций и разработки образовательных программ, поддерживающих разные траектории развития профессиональных компетенций, была сформирована таблица укрупненных задач для разных этапов жизненного цикла объекта строительства и недвижимости. Задачи могут декомпозироваться на подзадачи для определенных уровней квалификации.

Таблица 2

Задачи информационного моделирования для различных этапов жизненного цикла объекта

Этапы жизненного цикла	Генерация и согласование проектных решений	Создание информационной модели	Анализ, использование, актуализация информационной модели при решении задач	Подготовка библиотек контента информационной модели	Управление данными информационной модели (проверка, хранение, защита, передача)	Автоматизация решения задач информационного моделирования	Интеграция информационных систем	Программно-техническая поддержка
Изыскание		+		+	+	+	+	+
Проектирование	+	+	+	+	+	+		+
Строительство			+	+	+	+	+	+
Реконструкция	+	+	+	+	+	+	+	+
Капитальный ремонт	+	+	+	+	+	+		+
Снос			+		+	+	+	+
Эксплуатация		+	+	+	+	+	+	+
Базовое образование архитектурно-строительное + ПО	+	+	+	+	+/-	+/-		
Базовое образование по ИТ+ПО		+/-		+	+	+	+	+

На основе представленной таблицы можно определить, какими компетенциями специалист обладает в результате получения базового образования и опыта работы, а какие необходимо добавить для получения квалификации и получения сертификата специалиста по информационному моделированию в сфере строительства. Так как информационное моделирование объектов капитального строительства и недвижимости находится на стыке областей знаний, предполагается, что в качестве базового образования может быть образование в области строительства или в области информационных технологий.

Заключение

Сделана попытка разработки варианта функциональной карты профессионального стандарта «Специалист по информационному моделированию в сфере строительства». Формирование профессионального стандарта идет параллельно с процессом масштабной стандартизации в сфере информационного моделирования объектов капитального строительства и недвижимости, поэтому возможны несогласованность в терминах и определениях, ссылка на неактуальные стандарты и другие проблемы.

Для всесторонней поддержки процесса развития цифровых квалификаций в сфере строительства и легализации уже имеющихся квалификаций в дальнейшем планируется актуализация существующих профессиональных стандартов, актуализация Федеральных государственных образовательных стандартов, внедрение компетенций в программы дополнительного профессионального образования, развитие конкурсов профессионального мастерства и развитие института независимой оценки квалификации.

Библиографический список

1. AEC (UK) BIM Technology Protocol v2.1. URL: <https://aecuk.wordpress.com/documents/>
2. COBIM URL: <https://www.bimcommunity.com/resources/load/183/cobim-common-bim-requirements/>
3. BIM as a driver for innovation and employment. Best Practices of BIM in Finland, Norway and Italy Comparative Report. ERASMUS+. Italy. 2018

УДК 624.21

ПРИМЕНЕНИЕ ПК ЛИРА-САПР ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СООРУЖЕНИЯ В РАСЧЕТАХ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А. В. Козлов¹, А. В. Козлова²

Воронежский государственный технический университет^{1, 2}
Россия, г. Воронеж

¹ Генеральный директор ООО «ПРАКТИС-ЦЕНТР», доцент кафедры проектирования автомобильных дорог и мостов Тел.+7(920)4023292, e-mail: 79204023292@ya.ru

² Ассистент кафедры проектирования автомобильных дорог и мостов
Тел.+7(910)2451618, e-mail: svirya_93@mail.ru

Рассматриваются новые возможности комплексного подхода к конструированию и расчету мостовых сооружений различных систем при использовании программного комплекса ЛИРА-САПР с учетом опыта реального проектирования, а также применение программных продуктов семейства ЛИРА для моделирования жизненного цикла мостовых конструкций. Приводятся примеры решения наиболее интересных и актуальных задач, возникающих при расчетах.

Ключевые слова: ЛИРА-САПР, расчет моста, моделирование мостовых конструкций, транспортная нагрузка, нелинейная деформационная модель, многоматериальное сечение.

Введение

В данной статье рассматриваются возможности моделирования, комплексного расчета и конструирования мостовых сооружений различных систем с привлечением современных версий программ семейства ЛИРА (ЛИРА-САПР, САПФИР, Конструктор сечений универсальный) на разных этапах жизненного цикла объекта. В списке решаемых задач можно отметить особенно интересные и актуальные:

- загрузка криволинейных пролетных строений различной конфигурации подвижными нагрузками по [1] (в плане, продольном профиле, и даже по спирали с пропуском нагрузки «сама над собой») в модуле «Транспортная нагрузка», входящем в базовую версию препроцессора САПФИР начиная с 2017 года; создание новых пользовательских транспортных средств и правил их движения по заданным траекториям с внесением этих нагрузок в собственную библиотеку, с возможностью легкого тиражирования этой библиотеки на другие компьютеры;

© Козлов А. В., Козлова А. В., 2018

- построение огибающих эпюр усилий от расчетных и нормативных нагрузок в процессоре РСН на основе анализа до 1000 столбцов сочетаний нагрузок в одной таблице РСН (при этом количество таблиц РСН в одной задаче не ограничивается), начиная с 2016 года;

- создание собственных материалов (бетон, арматура) с прочностными и деформационными характеристиками согласно указаниям раздела 7 [1], и последующий расчет армирования ненапрягаемых железобетонных конструкций мостов в нелинейной деформационной модели (НДМ) согласно [2], что соответствует указаниям пункта 7.61 [1];

- новая дополнительная система «Конструктор сечений универсальный», появившаяся в 2018 году, позволяет создавать многоматериальные сечения с нелинейными свойствами материалов и вести расчет обычных сечений ненапрягаемых мостовых ЖБК, сталежелезобетона, а также сечений, усиленных накладной плитой, внешним армированием или всем вышеперечисленным. При этом отдельно выделяются усилия в существующей арматуре, определяется сжатая зона бетона, растянутый бетон выключается из работы, отдельно можно проанализировать напряжения в конструкциях усиления и т.п.

1. Загружение временной подвижной нагрузкой криволинейных в плане пролетных строений согласно [1]. Построение огибающих эпюр усилий

САПФИР (система архитектурного проектирования, формообразования и расчетов) давно зарекомендовала себя как незаменимый инструмент для создания архитектурной модели сооружений, в том числе и мостовых, с возможностью дальнейшего экспорта в расчетные комплексы для анализа НДС конструкций. Однако при комплексном подходе к расчету мостового сооружения одним из основных вопросов было и остается корректное задание подвижных нагрузок в соответствии с требованиями действующей нормативной документации. Особенно интересной эта задача становилась при расчете сооружений, криволинейных в плане и имеющих сложную конфигурацию продольного профиля. На сегодняшний день именно с привлечением препроцессора САПФИР (версии 2017 года и выше) эту задачу можно решить, минимизировав трудозатраты. В качестве примера рассмотрим 4-ветвевую городскую эстакаду из монолитного ненапрягаемого железобетона (рис. 1.1). К каждой ветви «перекрестка» примыкают эстакады из обычного сборного железобетона. Такая конструкция обусловлена чрезвычайно сложными и стесненными городскими условиями. Оси ребер под плитой (показаны зеленым), и оси опор (показаны красным) были импортированы из плана эстакады в формате .dwg, также как и геометрия плиты. При этом опалубочные чертежи для железобетонных конструкций можно получить в САПФИР автоматически (рис. 1.2).

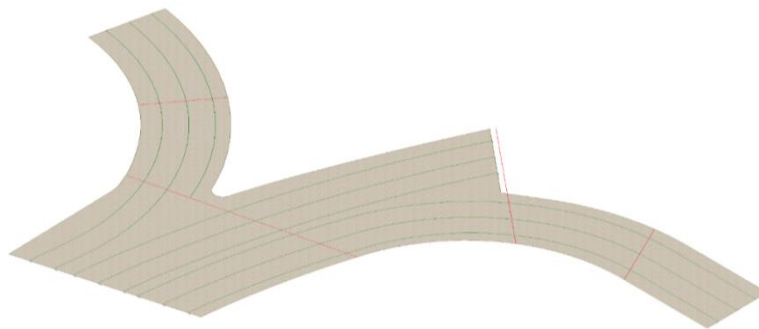


Рис. 1.1. Схема фрагмента «перекрестка» 4-ветвевой городской эстакады из монолитного ненапрягаемого железобетона в препроцессоре САПФИР

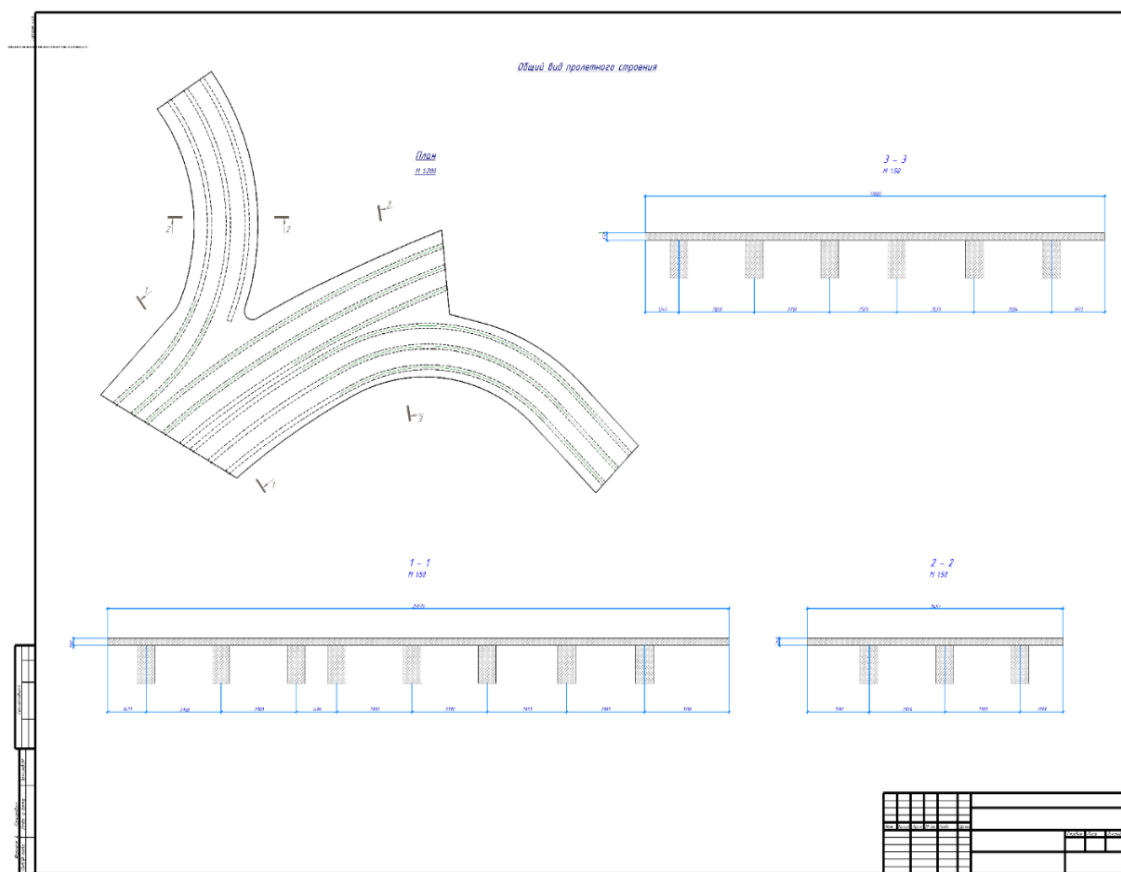


Рис. 1.2. Общий вид пролетного строения с характерными разрезами, сгенерированный в САПФИР

В каждой полосе движения рассмотрены все возможные положения тележки автомобильной колесной нагрузки АК (рис. 1.3). Далее в расчете в каждой полосе все эти нагрузки автоматически объявляются взаимоисключающими – т.е. в соответствии с [1], в один момент времени в одной полосе движения может находиться только одна тележка АК.

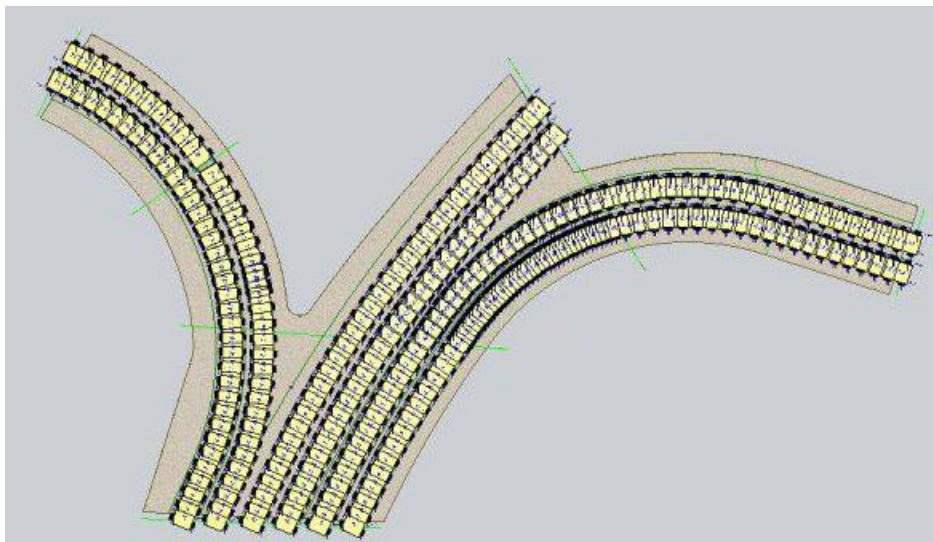


Рис. 1.3. Визуализация в САПФИР всех возможных положений тележки АК в каждой полосе движения

Все параметры для задания подвижной нагрузки в САПФИР скрываются под одной кнопкой, после нажатия которой сразу открывается встроенная библиотека нагрузок, которую можно пополнять любыми транспортными средствами (рис. 1.4). Объемная модель машины не обязательна, но удобна для визуализации, ее можно выбрать из имеющихся в САПФИР или создать самостоятельно. Главное для последующего расчета – расставить по колесам соответствующие нагрузки. Модель записывается в библиотеку, которая находится в системной папке САПФИР «Library». Передавая эту папку между компьютерами, можно передавать свой набор нагрузок на любой другой компьютер.

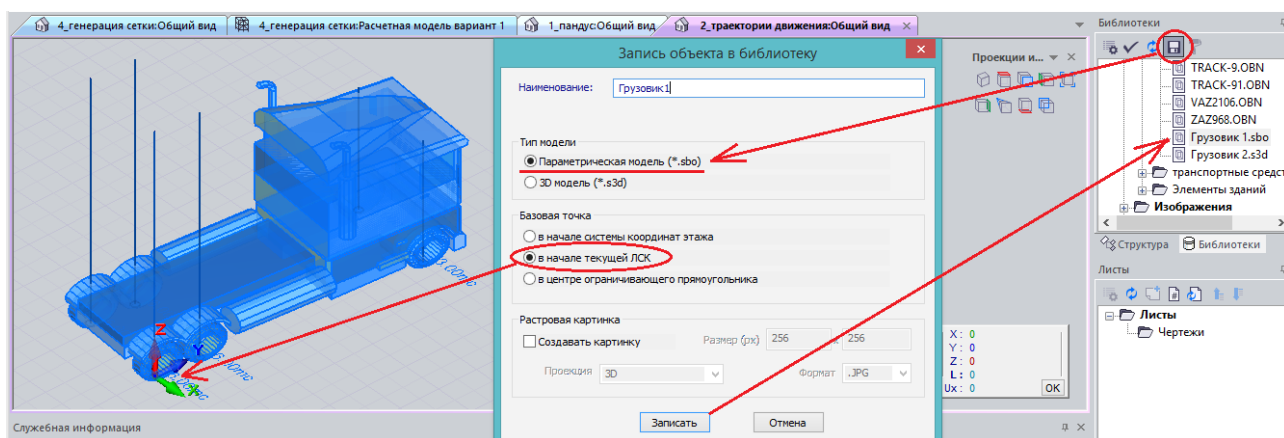


Рис. 1.4. Схема создания и внесения в библиотеку собственной нагрузки

Для каждой нагрузки устанавливается ширина колеи, шаг тележек вдоль линии движения (может корректироваться непосредственно в физической модели) либо фиксированное число тележек (с равномерным шагом) на этой

линии, а также коэффициент полноты для 2-й и последующих полос. Аналитически нагрузки представляют собой линейную распределенную нагрузку (полосовая составляющая) и нагрузку-штамп, то есть сосредоточенные силы под колесами (составляющая нагрузки от конкретного положения тележки). Возможен автоматический сбор нагрузок и формирование РСН по [1], что делает схему готовой к расчету в ПК ЛИРА-САПР.

Для каждой полосы можно добавить горизонтальную нагрузку от центробежной силы, поперечных ударов и торможения (рис. 1.5). Пожалуй, самой удобной функцией этого диалога является возможность задавать уровень расположения горизонтальной нагрузки – например, для АК центробежная сила и торможение располагаются в 1,5 м над проезжей частью. В ЛИРА-САПР это экспортируется в виде аналога нагрузки-штамп: набор горизонтальных сосредоточенных сил и набор моментов от вертикального переноса.

Кроме того, уникальной является возможность прокатывания нагрузок по спиральным пандусам (рис. 1.6).

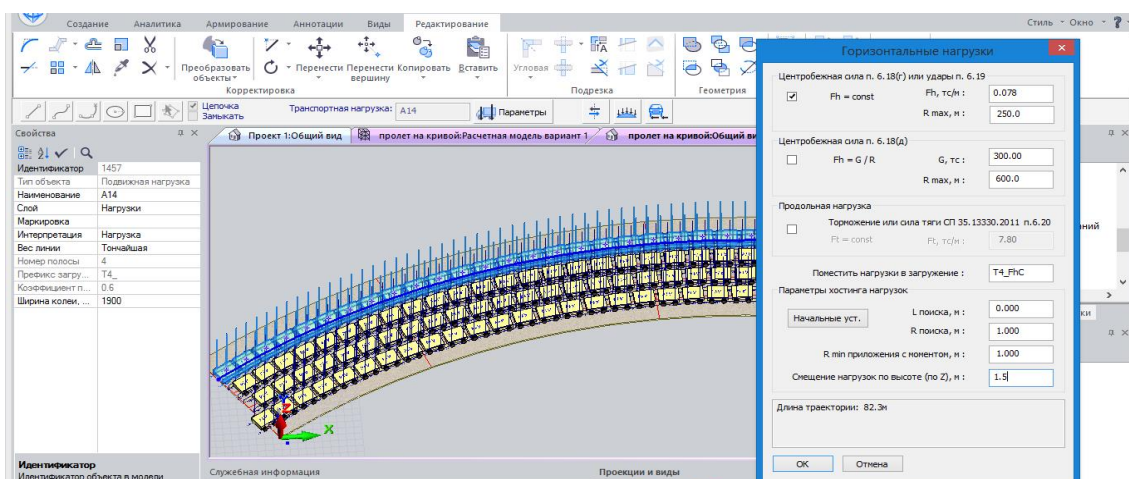


Рис. 1.5. Схема приложения горизонтальной нагрузки

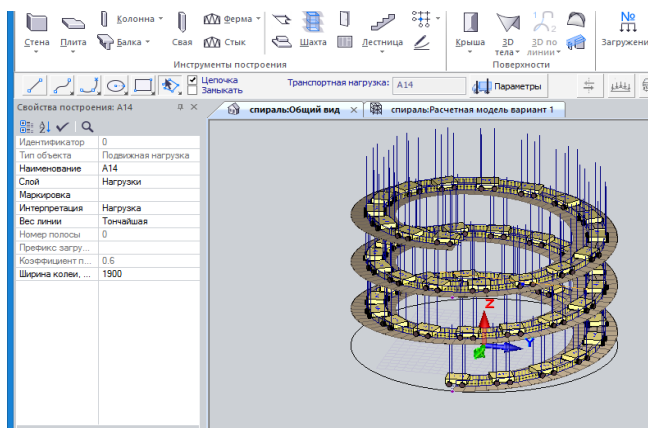


Рис. 1.6. Схема использования возможности прокатывания нагрузок по спиральным пандусам

Возвращаясь к 4-ветвевой городской эстакаде, рассмотренной в начале статьи (рис. 1.1 – рис. 1.3), результатом использования системы САПФИР «Транспортные нагрузки» явилось значительное снижение трудоемкости получения огибающих эпюр усилий при многочисленных вариациях положения тележек АК на проезжих частях каждой ветви (на основании анализа около 300 столбцов РСН, сформированных автоматически).

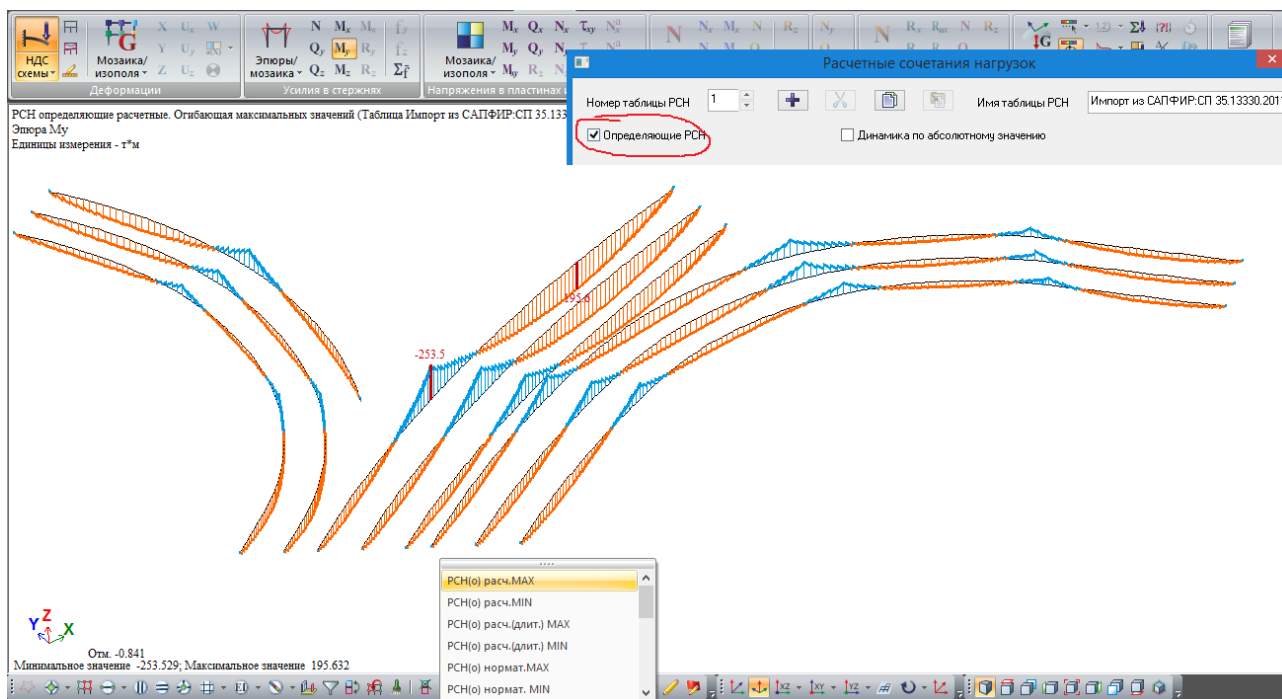


Рис. 1.7. Огибающие эпюры изгибающих моментов в ребрах монолитной плиты от неблагоприятных сочетаний положений нагрузки АК на пролетном строении со всеми постоянными нагрузками

2. Подбор армирования мостовых железобетонных конструкций в соответствии с требованиями СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы»

Для создания полноценной информационной модели обязательным требованием являются подробные сведения по армированию железобетонных конструкций. В настоящее время в ПК ЛИРА-САПР отсутствует возможность выбора варианта конструирования ЖБК по [1]. Однако в данном СП присутствует запись, которая позволяет рассчитывать сечения пространственных моделей мостовых конструкций по [2] с использованием нелинейных деформационных моделей (НДМ):

«7.61. ...

Указаниями СП52-101 и СП52-102 рекомендуется руководствоваться при расчетах:

железобетонных элементов на косо внецентренное сжатие и косо изгиб;

элементов, работающих на изгиб с кручением.

Во всех перечисленных расчетах следует для бетона и арматуры принимать расчетные сопротивления и предельные деформации, установленные в настоящих нормах.»

Если перефразировать этот абзац, то можно сказать, что **во всех случаях сложного напряженного состояния рекомендуется пользоваться нормами [2]**. Очевидно, что в несимметрично нагруженной пространственной модели моста все элементы подвержены как раз косому внецентренному сжатию, косому изгибу или изгибу с кручением, что позволяет нам выбрать вариант конструирования по [2], но при этом необходимо ввести прочностные и деформационные характеристики бетона и арматуры по [1].

Такая возможность появилась начиная с 2016 года, когда характеристики материалов стали редактируемыми в любом варианте конструирования (раньше ввод собственных характеристик был возможен только для конструирования по СНиП 2.03.01, и это не соответствовало требованиям п. 7.61 [1]). В качестве примера рассмотрим расчет мостовой железобетонной конструкции из бетона В30 и арматуры А400 с использованием 2-линейных диаграмм состояния по [2] (рис. 2.1).

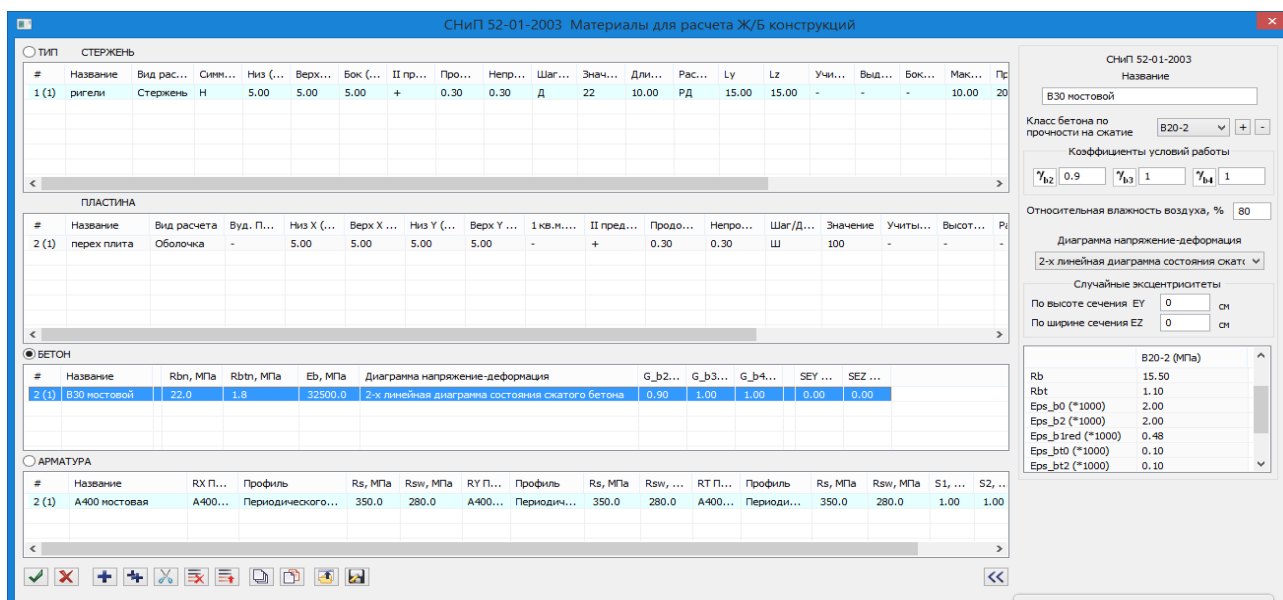


Рис. 2.1. Схема ввода данных для расчета мостовой железобетонной конструкции

- для бетона задаем согласно [1]:
модуль упругости по табл.7.11;
R_b, R_{bt}, R_{b,ser}, R_{bt,ser} по табл. 7.6;
предельные относительные деформации согласно п. 7.32.
- для арматуры задаем согласно [1]:

E_s согласно табл. 7.19;

R_{sn} , R_s , R_{sc} согласно табл. 7.16 и п. 7.38;

R_{sw} с учетом коэффициента m_{a6} согласно 7.40.

Стоит отметить, что нормативные сопротивления R_{sn} по [1] и [2] тождественны, отличаются только расчетные.

Далее можно производить расчет армирования мостовых конструкций стандартными инструментами ЛИРА-САПР. При этом, импортировав результаты расчета назад в САПФИР, мы можем получить готовые арматурные чертежи со спецификациями (рис. 2.2).

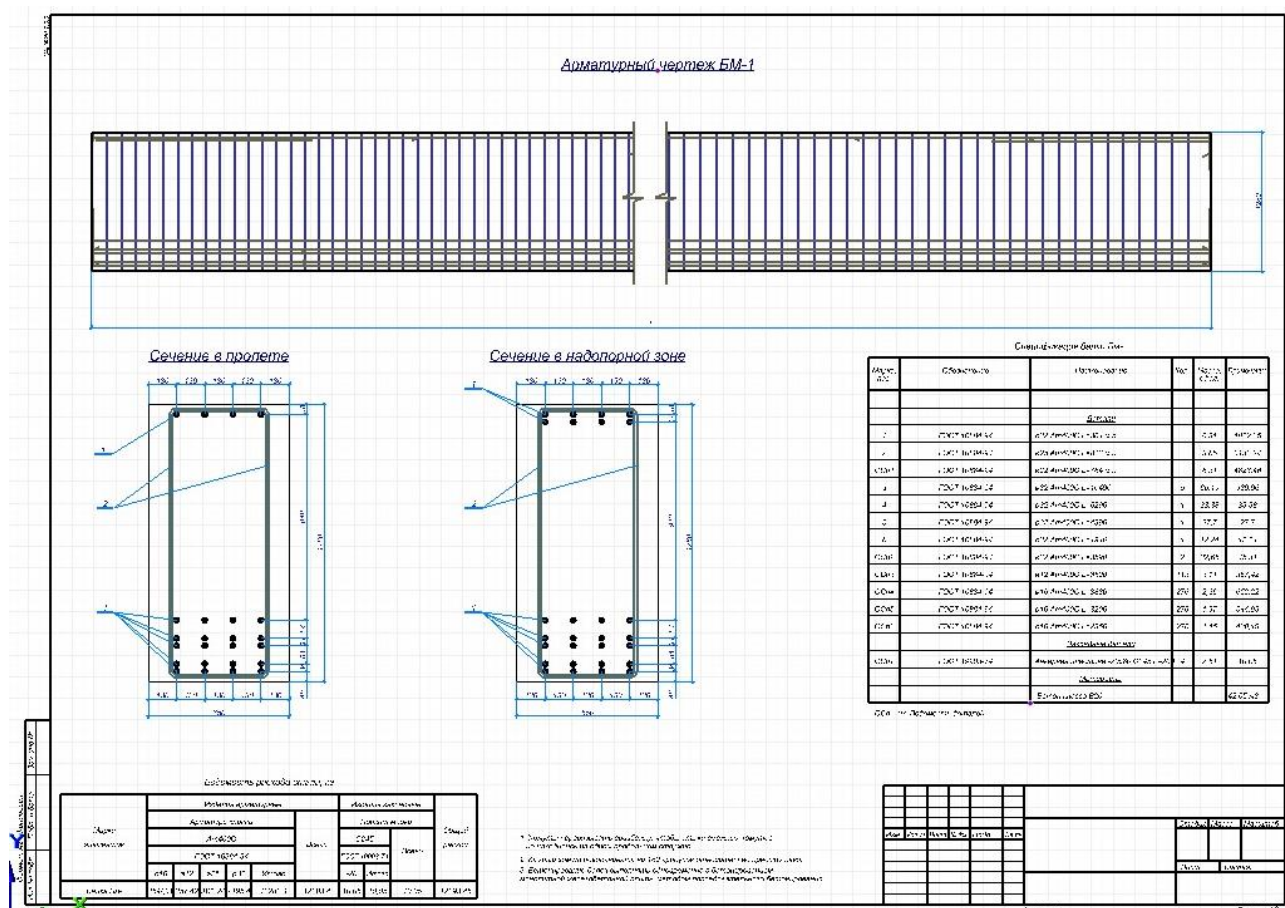


Рис. 2.2. Арматурный чертеж балки, сгенерированный в САПФИР

3. Использование дополнительной системы «Конструктор сечений универсальный»

Говоря об информационной модели, используемой на всем протяжении жизни сооружения, речь зачастую идет о многоматериальном сечении, самым распространенным примером которого можно считать усиленный внешним армированием при реконструкции железобетон. Новая система «Конструктор сечений универсальный» позволяет вести расчеты таких сечений. Рассмотрим ниже на двух примерах:

Первый пример представляет собой сечение каркасной балки длиной 16,76 м, высотой 100 см, усиленное накладной плитой толщиной 15 см и внешним армированием из швеллера 16П.

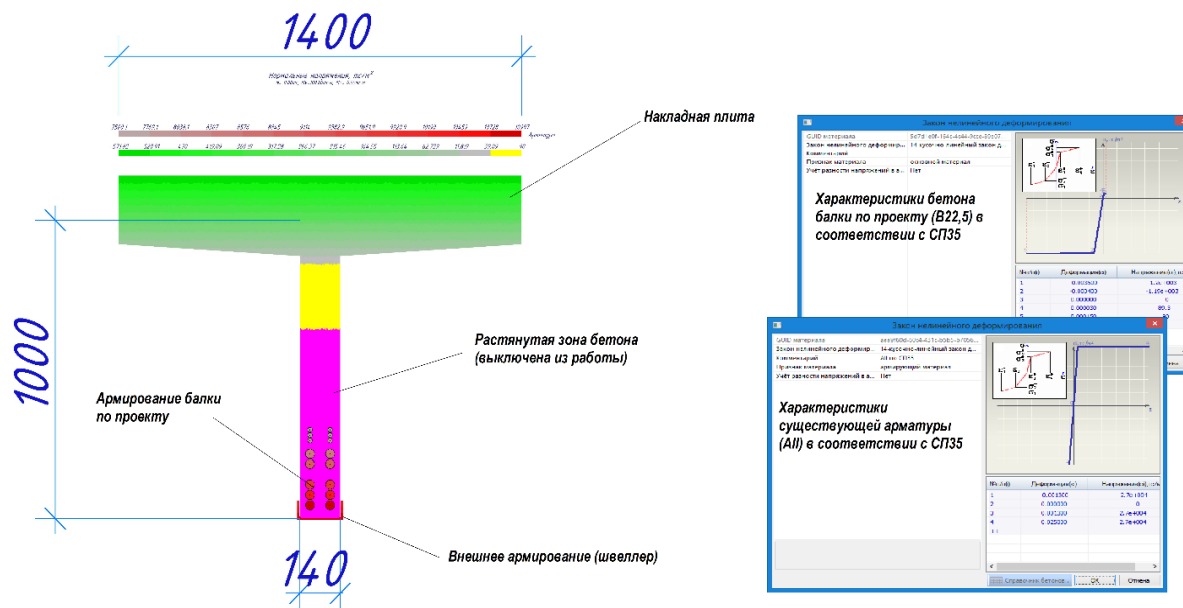


Рис. 3.1. Схема поперечного сечения каркасной балки, усиленной накладной плитой

Для балки задаем проектный бетон В22,5, арматуру АII. Для бетона плиты усиления (а можно учесть еще и армирование этой плиты арматурой АIII – и тогда сечение состояло бы из 5-и разных материалов) вводим характеристики бетона В30, для швеллера – сталь С245 (рис. 3.2).

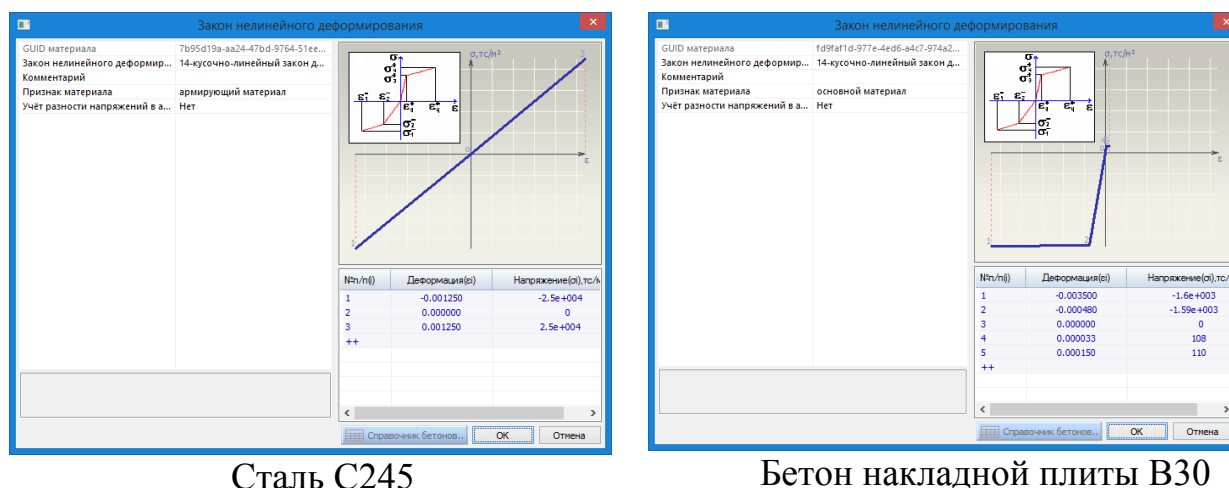


Рис. 3.2. Характеристики бетона накладной плиты и внешней арматуры по [1]

Таким образом, возможно провести расчет нелинейной деформационной модели сечения из 4-х материалов как на какую-то конкретную нагрузку (например, на рис. 3.1 проведен расчет на изгибающий момент 100 т·м и

определены напряжения в бетоне балки и накладной плиты; высота растянутой зоны бетона, выключенной из работы; усилия и напряжения **в каждом арматурном стержне и во внешнем армировании**), а также выполнить наглядный расчет предельного усилия. При изгибающем моменте 240,63 т·м сечение еще не разрушено целиком, но в нижних стержнях напряжение равно R_s , а внешнее армирование в виде швеллера порвано (рис. 3.3).

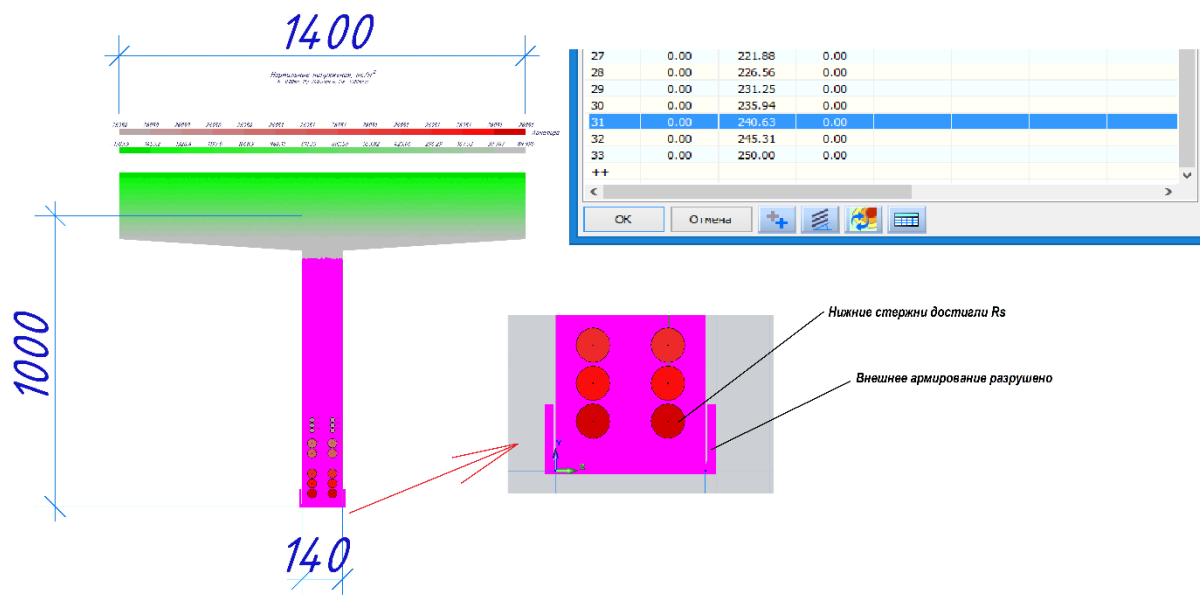


Рис. 3.3. Схема поперечного сечения с визуализацией напряжений при изгибающем моменте 240,63 т·м

На следующем шаге, при значении момента 245,31 т·м сечение уже разрушено целиком.

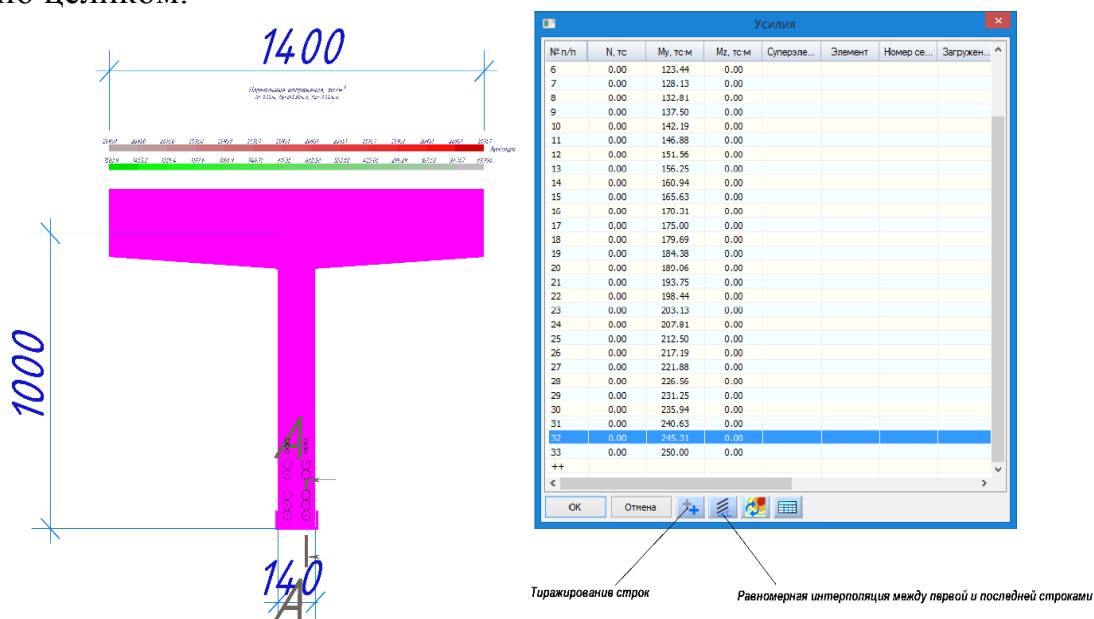


Рис. 3.4. Схема поперечного сечения с визуализацией напряжений при изгибающем моменте 245,31 т·м

Таким образом, можно с любым шагом отслеживать процесс разрушения сечения. При этом не обязательно заполнять таблицу усилий вручную – с помощью кнопок внизу «Тиражирование строк» и «Интерполяция между первой и последней строками» можно в несколько кликов разделить интервал между первым и последним значениями на десятки и сотни шагов.

Новый конструктор сечений очень удобен для расчета сталежелезобетона (рис. 3.5, 3.6):

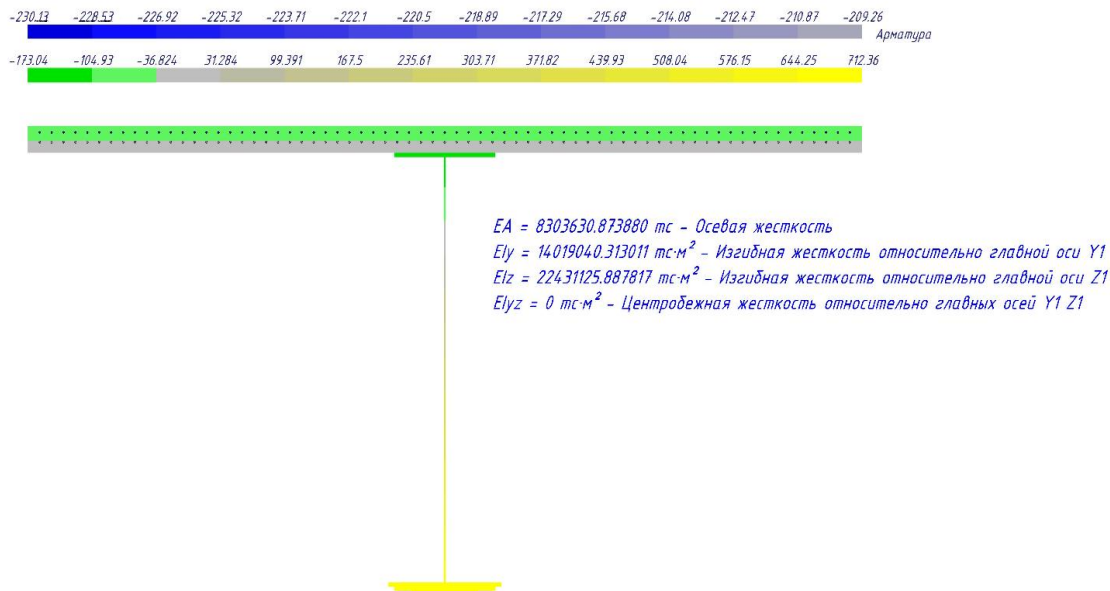


Рис. 3.5. Изополя напряжений в сталежелезобетонном сечении при положительном изгибающем моменте



Рис. 3.6. Изополя напряжений в сталежелезобетонном сечении при отрицательном изгибающем моменте, достаточном для выключения ЖБ плиты из работы

При сравнении жесткостных характеристик на рис. 3.5 и рис. 3.6 видно, что в них учитывается только не выключенный на данной стадии материал, т.е. мы получаем правильные приведенные характеристики сечений.

Выводы

Современные версии ПК ЛИРА-САПР представляют разнообразные, широкие и удобные возможности создания достаточно подробной информационной модели, для исследования НДС мостовых конструкций на разных стадиях жизненного цикла объекта.

Библиографический список

1. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Министерство регионального развития Российской Федерации. – М.: ОАО «ЦНИИС», 2011. – 347 с.
2. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Госстрой России. – М.: ГУП «НИИЖБ», 2004. – 59 с.

УДК 69.01

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОЭТАЖНОГО ОФИСНОГО ЗДАНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ВМ-ТЕХНОЛОГИЙ

О. В. Умнова¹, А. В. Худяков², А. А. Маркин³, И. А. Маркин⁴

Тамбовский государственный технический университет^{1,2,3,4}
Россия, г.Тамбов

¹ Канд. техн. наук, заведующий кафедрой "КЗиС", ТГТУ, г.Тамбов
Тел.: +79108549205, e-mail: pf166@ya.ru

² Канд. техн. наук, доцент кафедры "КЗиС", ТГТУ, г.Тамбов
Тел.: +79092344014, e-mail: chudajkov@mail.ru

³ Соискатель на степень кандидата технических наук, ТГТУ, г.Тамбов
Тел.: +79537223486, e-mail: schumi_f1_87@mail.ru

⁴ Студент 1-го курса "АрхСиТ", ТГТУ, г.Тамбов

В статье согласно [2] рассматривается процесс проектирования многоэтажного офисного здания с монолитным каркасом посредством программного комплекса Autodesk Revit в г. Тамбове с последующим расчетом несущих конструкций каркаса модели здания в программе Autodesk Robot Structural Analysis для формирования библиотеки типовых элементов. Проектирование здания выполнено, согласно действующей нормативной документации. Конструктивная система здания – каркасная с полным каркасом. Конструктивная схема - со связевым каркасом. Основные габариты здания в осях 27,3 x 16,8 м. Общая высота здания от уровня земли – 35,20 м. Высота типового этажа здания – 3,3 м. Здание 9-этажное с монолитным каркасом.

Пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечивается жестким защемлением колонн с фундаментами, диафрагмами жесткости, образованными монолитными стенами лестничных клеток и лифтовых шахт, жестким диском монолитной плиты перекрытия и покрытия (плиты жестко сопряжены со стенами лестничных клеток и стенами лифтовых шахт).

Ключевые слова: модель здания, 3D-визуализация, армирование, железобетонные несущие конструкции, автоматизированные системы проектирования.

Проектирование многоэтажного офисного здания с монолитным железобетонным каркасом выполнено в программном комплексе Autodesk Revit. Приняты монолитные железобетонные элементы каркаса: плита перекрытия толщиной 20 см, колонны сечением 500x500 мм. Несущие конструкции здания выполнены из бетона класса В35, рабочая арматура А400. Фундаменты под колонны свайные с монолитным железобетонным ростверком.

Требования, предъявляемые к зданию, представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1

Требуемые характеристики здания

Наименование характеристики	Характеристика здания	Источник
Класс здания	II	[3]
Степень долговечности	II	[3]
Степень огнестойкости	II	[3]
Требуемые пределы огнестойкости - внутренние стены - несущие элементы здания - наружные ненесущие стены - перекрытий - лестничных маршей - площадок	REI90 R90 E 15 REI 45 R 60 R 60	[4]

Таблица 2

Санитарно-гигиенические требования

Наименование характеристики	Характеристика	Источник
Температура внутреннего воздуха	20°C (офисные помещения) 18°C (сан.узлы, коридоры)	[3]
Относительная влажность воздуха	50 %	[3]
Требования к естественному освещению	KEO=0,5%	[5]

Таблица 3

Противопожарные требования к зданию и отдельным конструкциям

Наименование характеристики	Характеристика	Источник
Предельная площадь застройки	2200 м ²	[5]
Устройство противопожарных стен	Не требуется	[5]
Количество эвакуационных выходов	Не менее 1	[5]
Допустимая этажность здания	16 этажей	[5]
Допустимая высота здания	50 м	[6]
Min ширина лестничных маршей и площадок	1.20	[4]
Min уклоны лестниц	1:2	[4]

На рисунках 1- 4 представлены визуализация проектируемого здания, 3D-разрез по лестничной клетке, план типового этажа, разрез по лестничной клетке. Все рисунки и чертежи выполнены средствами программы Autodesk Revit.



Рис. 1. Визуализация проектируемого здания



Рис. 2. 3D-разрез по лестничной клетке

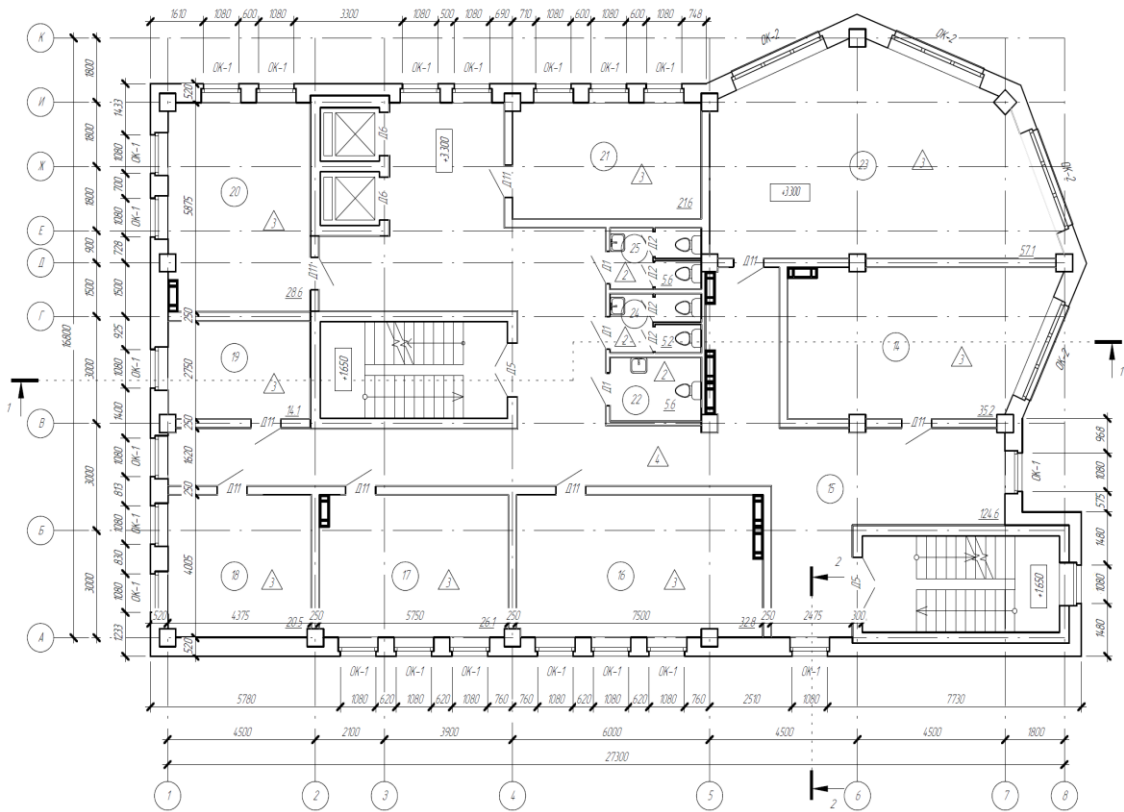


Рис. 3. План типового этажа

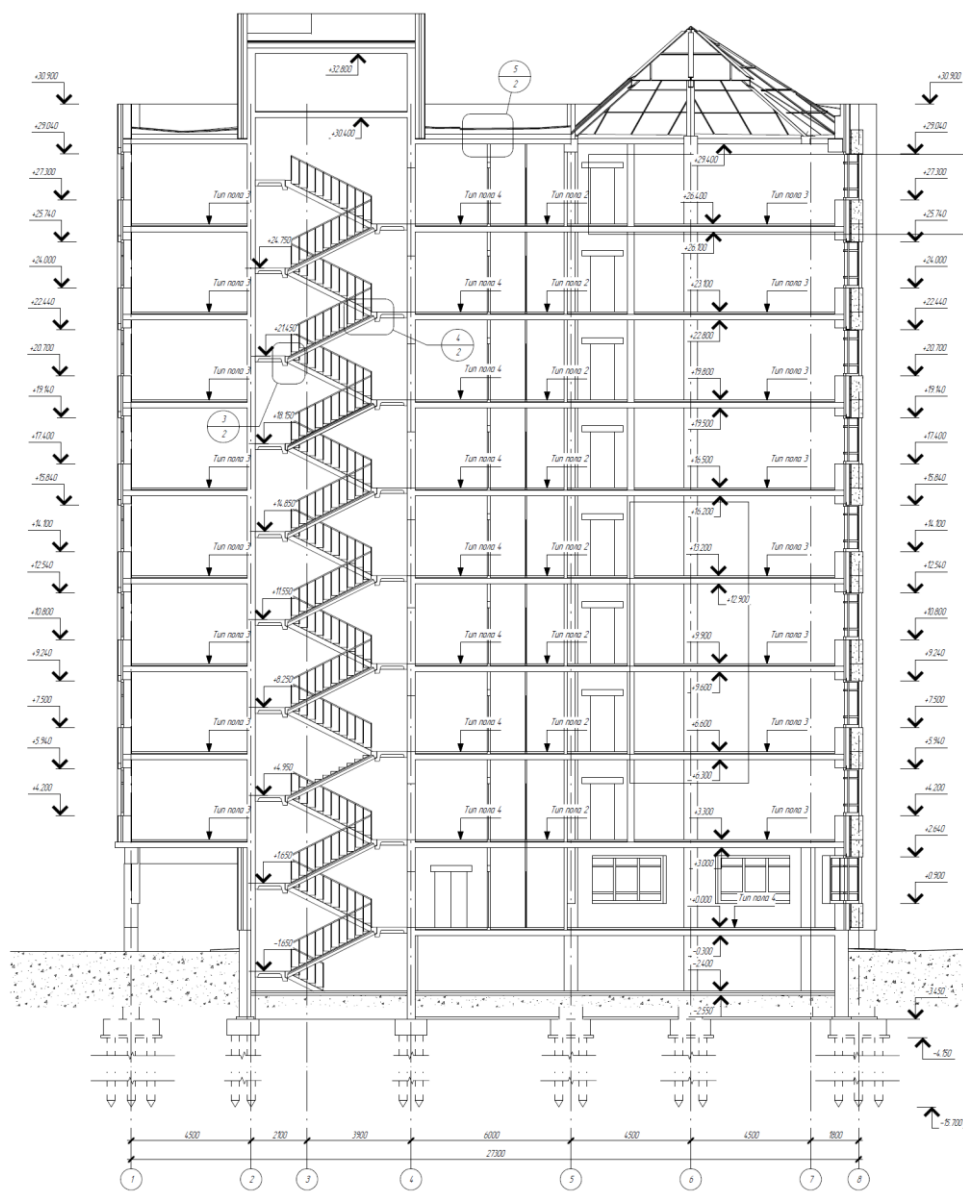


Рис. 4. Разрез по лестничной клетке

После процесса проектирования здания в программе Autodesk Revit выполнялась передача модели здания в программу Autodesk Robot Structural Analysis. Сбор нагрузок проводился в соответствии с [8]. Моделирование ветровой нагрузки осуществлялось при помощи инструмента "аэродинамическая труба". Данный процесс выборочно представлен на рисунке 5.

В результате расчета получены усилия в стержневых элементах модели здания, а также поля напряжений в пластинчатых элементах (плита перекрытия, диафрагмы жесткости). Выборочные результаты по расчету поля напряжений в плите перекрытия представлены на рисунках 6; 7.

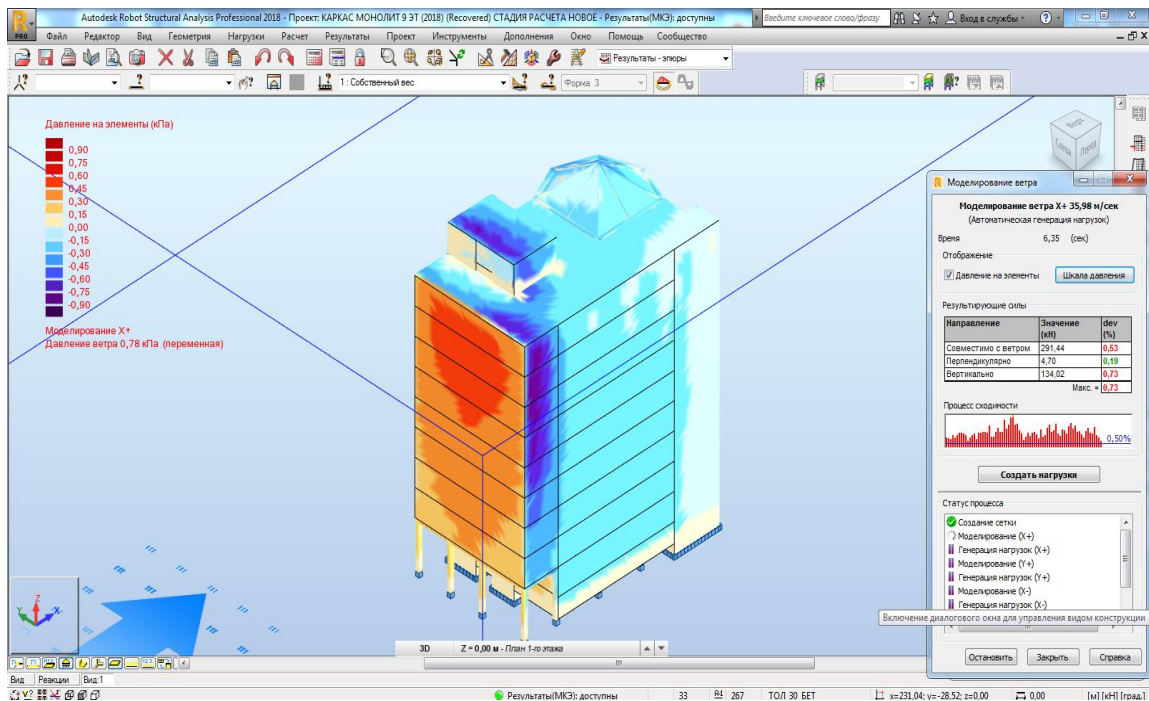


Рис. 5. Схема генерации ветровых нагрузок, действующих на модель здания в направлении оси x

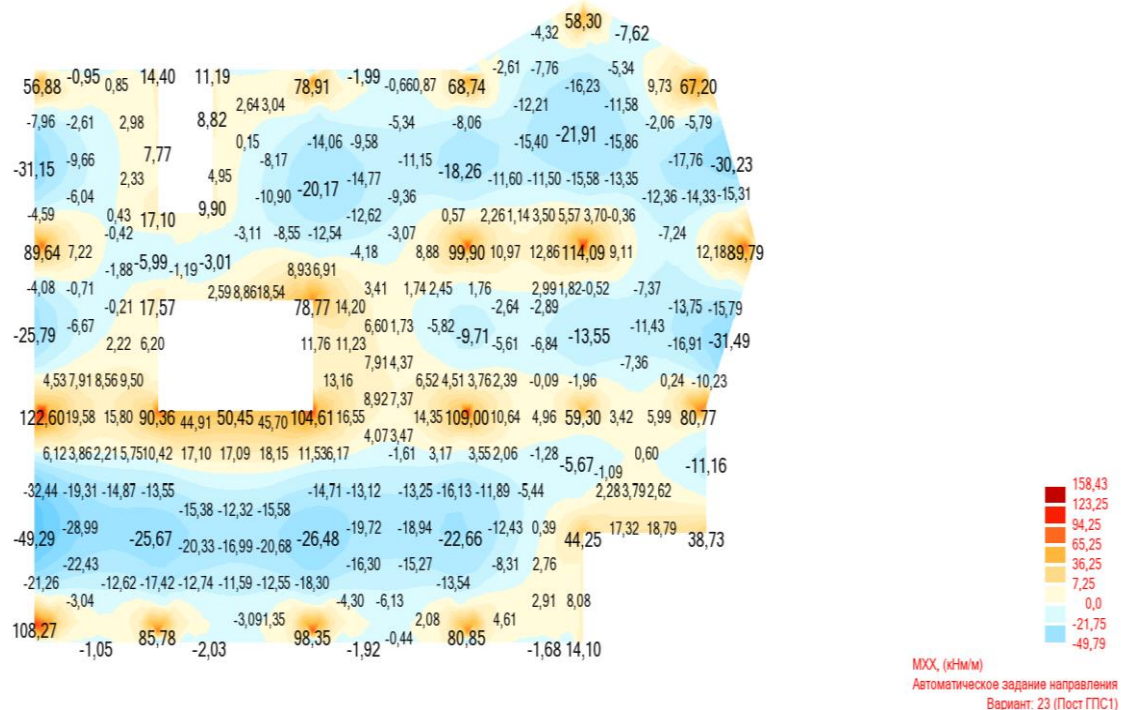


Рис. 6. Максимальные изгибающие моменты в элементах пластин перекрытия относительно оси x (M_x , (кН·м/м))

После чего производился расчет армирования несущих конструкций здания. Выборочные результаты расчета армирования несущей плиты перекрытия представлены в соответствии с [7] на рисунках 8, 9.

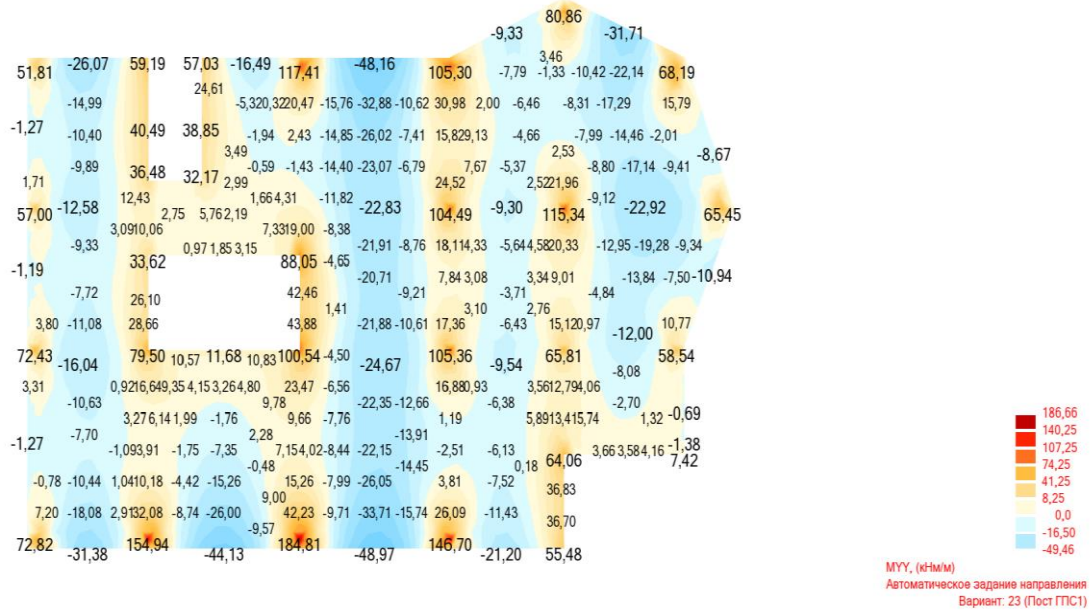


Рис. 7. Максимальные изгибающие моменты в элементах пластин перекрытия относительно оси у (M_y , (кН·м/м))

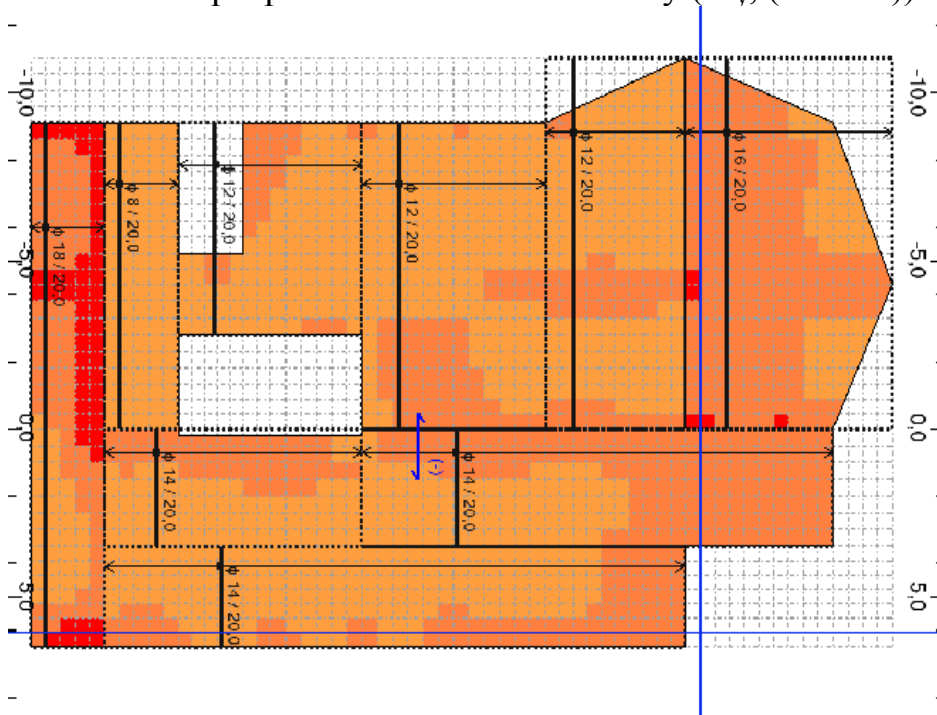


Рис. 8. Схема армирования элементов пластин перекрытия (нижняя по оси x)

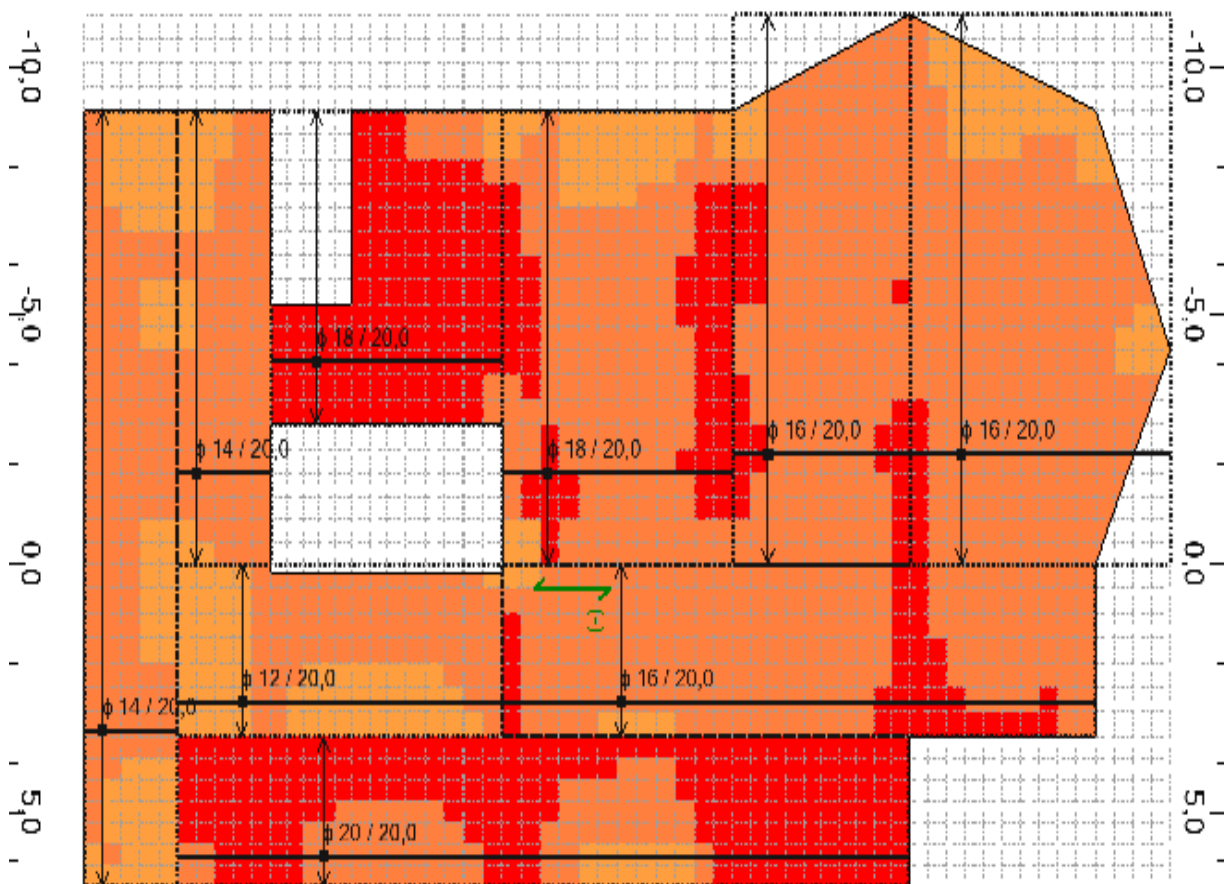


Рис. 9. Схема армирования элементов пластин перекрытия
(нижняя по оси y)

Запроектированное многоэтажное офисное здание, отвечает всем современным требованиям нормативной документации. Использование программ информационного моделирования зданий (Autodesk Revit и Autodesk Robot Structural Analysis) в комплексе позволило:

- 1) сэкономить время на проектирование здания и получение детальных чертежей здания за счет построения интерактивной модели здания;
- 2) производить расчет несущих конструкций здания при взаимосвязи архитектурной модели здания и ее полноценной конструктивной модели;
- 3) исключить неточности и не состыковки, возникающие при проектировании здания в программах 2ДСАПР.

Библиографический список

1. Поручение Президента от 19 июля 2018 г. № Пр-1235 // Ценообразование и сметное нормирование в строительстве. - 2018. - август.
2. СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве.
Правила описания компонентов информационной модели/ АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, 2018
3. СП 118.13330.2012 Общие требования к зданиям и сооружениям. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009ОАО "Институт общественных зданий", 2013
4. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений / Госстрой России. – М.: Стройиздат, 1999. – 29с.
5. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. М.: НИИСФ РААСН, 2017
6. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. - 86с.
7. СП 63.13330.2012.Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003/НИИЖБ им.А.А. Гвоздева - институт ОАО "НИЦ "Строительство",2013.
8. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*/Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А.Кучеренко, 2017.

УДК 642.073

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА AUTODESK REVIT ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А. В. Васильев¹, Д. С. Назарова², Н. А. Переверзев³, Н. А. Васильева⁴

Воронежский государственный технический университет^{1,2,3}

Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова⁴

Россия, г. Воронеж

¹ Ст. преподаватель кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени проф. Ю.М. Борисова Тел. +7(951)5602676, e-mail: v_ay@mail.ru

² Студент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени проф. Ю.М. Борисова Тел. +7(903)4207943, e-mail: dasha_naz_96@mail.ru

³ Студент кафедры строительных конструкций, оснований и фундаментов имени проф. Ю.М. Борисова Тел. +7(920)4414138, e-mail: astrofizik96@mail.ru

⁴ Ассистент кафедры экологии, защиты леса и лесного охотоведения
Тел. +7(920)2101050, e-mail: nechay.n@mail.ru

Статья посвящена одному из самых современных методов проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений – BIM-моделированию, на примере программного комплекса Revit. Рассмотрены основные сложности, плюсы и минусы работы в Revit. При реконструкции существующих объектов с данной программой основная нагрузка приходится на создание семейств существующих конструкций, новых конструкций и узлов усиления. Описаны особенности создания простых семейств стальной перемычки, обоймы и шпильки. Показаны пути совершенствования, заключающиеся в накоплении базы семейств и опыта работы в программном комплексе.

Ключевые слова: Autodesk, Revit, реконструкция, BIM-моделирование, конструкции, аналитическая модель, спецификации, семейство, перемычка, обойма, шпилька.

Введение

Повышенный интерес к внедрению BIM-технологий в строительную отрасль продиктован тенденциями бурного развития IT-технологий, внедрением во все области компьютерной обработки данных и стремлением к тотальному контролю за процессами строительства и эксплуатации различных объектов. Внедрение производится под руководством правительства России на законодательном уровне. Появились строительные нормативные документы, регламентирующие единые стандарты проектирования [1-3].

Однако в большинстве случаев нет острой необходимости этого внедрения у большинства заказчиков, проектировщиков и исполнителей. Заказчику нужна проектная документация для получения разрешения на строительство. Он не собирается вникать в тонкости строительного процесса, доверяясь профессионалам – проектировщикам. Проектировщики привыкли выпускать проектную документацию в кратчайшие сроки, установленные заказчиком. Внедрение новых технологий несет риски, оплачивать которые заказчик не собирается. Исполнители работ привыкли выполнять работу непосредственно на объекте по распечатанному на бумаге чертежу. Для них работать сразу с электронных планшетов – это затраты на обучение и покупку нового оборудования, за которое заказчик платить не намерен. Поэтому небольшие организации и заказчики к этому внедрению «морально» не готовы. Крупные компании более гибкие к новым тенденциям. По передовым технологиям на строительных объектах процессы контролируют радиоуправляемыми дронами. Они фиксируют все изменения и передают на единый информационный узел, который выдает рекомендации по улучшению процесса производства работ.

Наиболее распространенные программные продукты по BIM-технологиям: Revit, Tekla, Allplan, ArchiCAD, MagiCAD, Renga и другие. Каждый проектировщик сталкивался с программным продуктом AutoCAD компании Autodesk. На этой платформе развивается Revit, поэтому его можно считать преемником AutoCAD при BIM-моделировании.

Модель в программе при BIM-моделировании можно сравнить с живым организмом. При правильной организации семейств, спецификаций, параметров этот организм либо работает на пользу проектировщику, либо живет своей жизнью. Любая ошибка проектировщика видна так же, как недостающая хромосома в генетическом коде живого организма.

На основе опыта проектирования в сфере архитектуры и строительных конструкций с использованием программного комплекса (ПК) Revit в данной статье будут разобраны некоторые особенности использования этого ПК при реконструкции зданий и сооружений по части строительных конструкций, с которыми может столкнуться начинающий проектировщик.

Существуют плюсы и минусы использования BIM-моделирования при работе с объектами при их реконструкции. В процессе работы в данной программе нам пришлось столкнуться со сложностями, которые необходимо было решить стандартными и нестандартными путями. В результате они улучшили нашу работоспособность, слаженность, быстрдействие, уменьшили количество исправлений и ошибок.

Сложности при внедрении Revit

Для начала необходимо рассказать о недостатках. Большую роль в успешном использовании Revit играет быстрый и мощный компьютер с большим монитором (он нужен для того, чтобы лучше ориентироваться в многочисленных вкладках). На маломощном ноутбуке даже 2-3 летней давности уже не так гладко и быстро будет работать программа. Программа замедляется, инструменты «зависают» и т.д. Также стоит упомянуть, что файлы Revit имеют объем намного больше, чем AutoCAD. Из-за этого скорость обмена данными между пользователями существенно уменьшается.

Время – это очень ценный ресурс, которого почти всегда не хватает. Поэтому мы приближаемся еще к одному очень существенному недостатку – нехватка времени. Чтобы выработать свой шаблон, изготовить нужные семейства и просто сделать проект – требуется немалое количество времени, которое и так ограничено сроками. Все это требует большого упорства и смекалки, а главное – понимания того, какой результат нужен в конце работы. Ответ прост: для будущих проектов. Созданный один раз шаблон (но постоянно дорабатываемый) будет служить крепким фундаментом для дальнейшей работы. Данный недостаток плавно перетекает в преимущество, которое в итоге с лихвой покрывает все затраченное время.

Что касается аналитической модели, то при ее экспорте из Revit в расчетные комплексы, она получается довольно «кривой». Поэтому для создания четкой и выверенной схемы здания ее приходится дорабатывать уже в расчетных программных комплексах, например, в Сапфире, затем в Лире или в Scad. Все идет к автоматизации составления расчетной модели, самого расчета и т.д. Но пока расчет через Revit без доработок затруднителен, что снижает эффективность. Проектировщикам приходится выполнять двойную работу – моделировать, дорабатывать расчетную схему и затем опять моделировать по результатам расчетов.

Также еще одной особенностью Revit, отличающей его, скорее в худшую сторону, является то, что в отличие от AutoCAD, файлы, созданные в более поздней версии программы, нельзя сохранять в ранних версиях. Поэтому у всех членов команды, работающей над проектом, должен быть софт одинаковой «свежести». Это действительно является большой проблемой, т.к. просто не все участники проекта смогут открыть файл в более поздней версии продукта, что является недопустимым.

Помимо всего выше сказанного, у Revit есть еще некоторое количество минусов, но все они уже не так значительны. Например, рабочая арматура и хомуты иногда не отражаются в одной плоскости, защитный слой не срабатывает при переносе арматуры, при изменении габаритов чертежей некоторые размеры удаляются и т.д. Все это пока что не поддается самостоятельному исправлению. Поэтому остается надеяться, что устранение подобных недоработок программы – это вопрос ближайшего времени.

Преимущества использования Revit

Самый существенный и самый явный плюс – это возможность вносить корректировки в модель, и она будет изменяться на всех ранее оформленных чертежах. Это очень удобно, быстро, практично, почти убирает человеческий фактор невнимательности (усталости) и т.д. Каждый лист рабочей документации в AutoCAD (и других, подобных ему программах) - это отдельный чертеж. Если нужно внести корректировки в проект, то их нужно делать на всех чертежах. Из-за этого страдает не только скорость, но и качество проектирования. Как раз из-за такого подхода выплывают «косяки» на стройке, когда проектировщик внес корректировки в один чертеж, а в другой забыл.

Наверное вы видели проекты в AutoCAD, когда на экране куча чертежей, какие-то из них зачеркнуты, какие-то обведены в красную или синюю рамку с надписью «утвержденный вариант». После нескольких недель работы в таком режиме, файл превращается в «кروшечное месиво», в котором что-то понять может только человек, который его делал. Если файл передается, то новый проектировщик тратит еще больше времени на работу. В Revit данная проблема больше не существует. Вы можете легко делать изменения, не путаясь в файле.

Пользователю Revit не нужно вообразить, как, где и каким образом будет находиться та или иная конструкция. Он все это видит на экране и более точно может смоделировать любую ситуацию. Это существенно снижает появление «казусов» на строительной площадке.

В каждом проекте проектировщику нужно выдать спецификации по количеству материалов, конструкций и т.д. Когда объем работы невелик, посчитать спецификацию вручную не кажется такой уж плохой идеей. Но если объект огромен? Элементов и конструкций много? В этом деле как раз и помогают автоматические спецификации, которые очень удобны в освоении и использовании. Набор спецификаций ограничивается лишь фантазией проектировщика. Их можно создать фактически для всего, что угодно. И вам не нужно будет пересчитывать спецификации, где более ста позиций и потом переживать за правильность подсчета. Очень удобные фильтры и сортировка помогут пользователю полностью автоматизировать подсчеты, а значит существенно сократить время.

Программа позволяет разрабатывать разные разделы проекта в одном документе, т.е. все участники проекта могут работать в одном

файле, что позволяет заказчику получить сразу полную модель объекта.

Особенности применения Revit

Особенностью является то, что оформление чертежей в Revit недостаточно продумано с точки зрения проектной и рабочей документации в Российской Федерации. После создания модели не стоит экспортировать все свои чертежи в AutoCAD. При подобном действии теряется сама суть информационного моделирования.

При реконструкции приходится создавать больше семейств, чем при новом строительстве. Необходимо наличие семейств старых конструкций, новых конструкций и узлов усиления.

Инструмент «Армирование». Revit не умеет раскладывать арматуру с определенным шагом, необходимым проектировщику. Поэтому надо выработать навык раскладки арматуры, задавая шаг арматуры вручную в соответствии с диаметром. Требуется группировать стержни в сборки и группы, а иногда даже в семейства, чтобы получить каркасы и сетки для удобства их раскладки.

Очень часто в проектах требуется образовать новые проемы. Это невозможно без использования металлической или железобетонной перемычки. Семейство железобетонной перемычки смоделировано хорошо, и без проблем заносится в спецификацию. Со стальной перемычкой дела обстоят сложнее. Она представляет собой сложное семейство, состоящее из двух швеллеров, стянутых между собой шпилькой, и приваренными к ним пластинами (рис. 1).

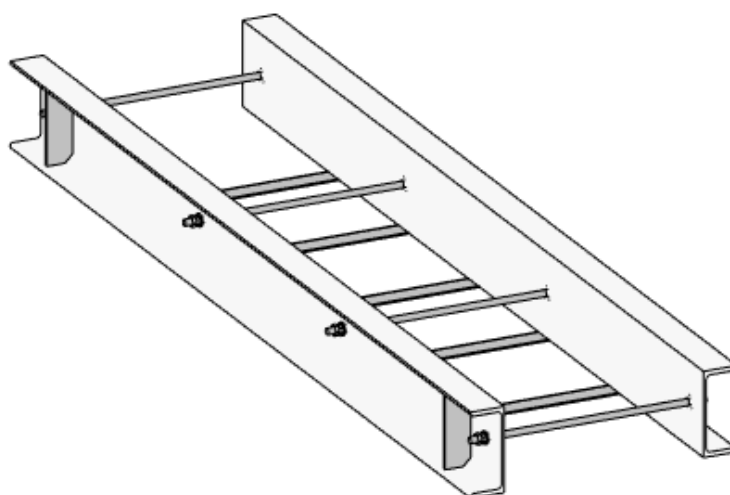


Рис. 1. Семейство металлической перемычки

Если семейство неправильно собрано, то при загрузке в проект данное семейство постоянно «съезжает»: отверстия не совпадают со шпильками, пластины имеют переменный шаг и т.д. Данная проблема решается полной реорганизацией семейства швеллера. Из категории «Каркас несущий» его нужно переделать в «Обобщенную модель». После данных манипуляций, совмещая элементы семейства между собой и загружая их в проект, мы получаем полноценное динамическое семейство.

Еще одним элементом усиления конструкций является металлическая обойма (рис. 2), необходимость которой возникла при замене на железобетонной балке, толщиной всего 200 мм, ребристых плит покрытия в одном пролете на металлические балки монолитного перекрытия при условии, что в другом пролете плиты остаются на месте. Данная обойма позволяет установить металлическую конструкцию на железобетонную балку при недостаточной площадке опирания. Она состоит из уголков и приваренным к ним пластинам. Если уголки из семейства несущего каркаса, то вышеуказанная проблема имеет место быть и здесь. Мы не можем изменить динамически длину уголка, что приводит к трудностям при создании обойм разной длины. А так же данное семейство уголков сложно поддается привязке к двум перпендикулярным плоскостям. Данная проблема решается абсолютно таким же образом, как и предыдущая.

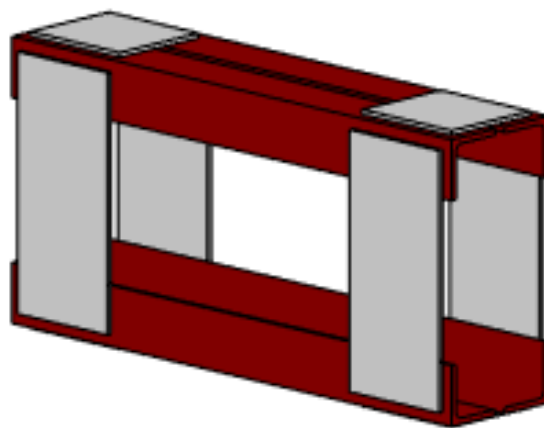


Рис. 2. Семейство обоймы

Также следует отметить, что семейство металлической шпильки (рис. 3) при определенном уровне детализации автоматически не считается в спецификации. Данная проблема решается проработкой отдельных подгружаемых семейств гайки и шайбы со своими зависимыми от основного семейства шпильки параметрами.

Проработка таких семейств на первом этапе существенно снижает скорость работы.

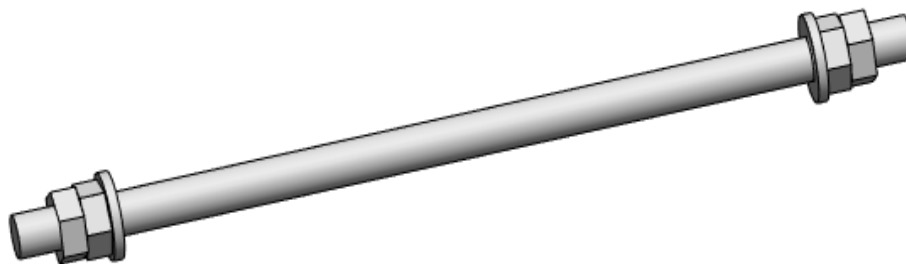


Рис. 3. Семейство шпильки

Как уже было сказано выше, документация, как правило, делится на рабочую и проектную. Т.е. в одном файле должно быть два комплекта чертежей разных стадий с почти одинаковым набором видов. В Revit нельзя поместить один и тот же вид на разные листы, поэтому это является особенностью и пока не решенной проблемой. Приходится включать или исключать листы с общими данными, перенумеровывать листы.

Выводы

ВІМ-технологии позволяют:

1. Сократить сроки проектирования при достаточно накопленных баз семейств и опыта работы в программе;
2. Повысить согласованность строительной документации;
3. Динамически управлять моделью;
4. Получать информацию из модели, автоматизировать спецификации;
5. Уменьшить расходы на реализацию проекта путем выявления пересечений различного уровня (коммуникаций, конструкций и прочего) и динамического отображения в объеме;
6. Сделать доступной информацию о производителях материалов, о количественных характеристиках для оценки сметы при введении достаточной информации в параметры семейств при формировании модели на стадии разработки.

Возможности программного продукта не ограничены системными рамками, можно всегда сделать нужное семейство по

месту, обработать информацию программными средствами, введением скрипта в программе Dinamo возможно с использованием уникальных алгоритмов при помощи языка Python.

Накопление опыта и базы данных возможно только с помощью пилотных проектов. Будет наработка навыков, создание библиотек семейств и спецификаций. Необходимо просто начать работать в программах с технологией BIM, встать на путь совершенствования и решать появляющиеся задачи.

Библиографический список

1. СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели - М. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017. – 14 с.
2. СП 331.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделям, используемыми в программных комплексах - М. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017. – 32 с.
3. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла - М. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017. – 33 с.
4. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
5. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий: Revit 2015. – М.: Consistent Software Distribution; РИОР, 2014. – 664 с.
6. Голдберг Э. Для архитекторов: Revit Architecture 2009/2010. Самоучитель по технологии BIM: Пер. с англ. Талапов В.В. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 472 с.

УДК 721.1;004

О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Т. В. Лаврухина¹, А. Н. Самсонов², И. А. Бабкин³,

Липецкий государственный технический университет,
Липецк, Россия^{1,2},
АО «НЛМК-Инжиниринг»,
Липецк, Россия³

¹Канд. техн. наук, доц. кафедры автоматизированных систем управления
Тел.: +7(960)1455891, e-mail: lavrukhina_tv@mail.ru

²Доцент кафедры автоматизированных систем управления, главный инженер проекта АО
«НЛМК-Инжиниринг» Тел.: +7(903)6437292, e-mail: samsonov_an@nlmk.com

³Инженер отдела АСУ АО «НЛМК-Инжиниринг» Тел.: +7(960)1401725, e-mail:
babkin_ia@nlmk.com

В работе рассматривается вопрос разработки алгоритма, позволяющего расставить по всему пространству помещения пожарные извещатели, а также распределить данные устройства на оптимальном друг от друга расстоянии. Основными вычисляемыми величинами реализуемого алгоритма являются расстояния между извещателями и стенами, а также между извещателями как таковыми. Разработка алгоритма опирается на имеющиеся стандарты, касающиеся рассматриваемой предметной области, а именно на основные американские и британские стандарты. Основные сложности при проектировании и реализации настоящего алгоритма заключаются в наличии более сложных архитектурных строений, а также препятствий, которые могут помешать оптимальной расстановке извещателей.

Ключевые слова: bim-технологии, пожарная безопасность, пожарные извещатели, системы противопожарной защиты.

По данным МЧС, в России ежегодно происходит большое количество пожаров, которые уносят человеческие жизни и уничтожают имущество. Так, за январь-сентябрь 2017г. произошло 94911 пожаров и погибло 5222 человек. Материальный ущерб от пожаров составил 11 120 775 тыс. руб. Таких потерь можно избежать при правильном проектировании и эксплуатации противопожарной сигнализации. В связи с этим, предупреждение и предотвращение пожаров в жилых и промышленных помещениях является актуальной задачей. Одним из действенных средств борьбы с пожарами являются системы пожарной сигнализации.

© Лаврухина Т. В., Самсонов А. Н., Бабкин И. А. , 2018

Однако, проблема разработки таких систем состоит в отсутствии алгоритма автоматизированного проектирования расположения извещателей (расстановки). В известных нормативных документах перечисляются требования без объяснения причин [1, 2, 3], другие содержат объяснения и множество изображений и таблиц, объясняющих нормативные значения [4, 5], и только один содержит алгоритм расстановки извещателей [5] для особого случая - помещения сложной формы.

Так в СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [2], разработанного МЧС РФ, описаны правила выбора и размещения пожарных извещателей в зависимости от типа помещения, высоты помещения, геометрических параметров потолка. Однако этот документ не содержит алгоритма расстановки пожарных извещателей.

Отечественные требования к расстановке пожарных извещателей впервые были разработаны в СНиП 2.04.09-84 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» [1]. В документе были указаны требования к расстановке между дымовыми и тепловыми точечными извещателями при установке по квадратной решетке, которые не менялись с тех пор. Современный документ, СП 5.13130.2009 [2] был разработан в 2009 году. В 2011 году было применено изменение №1, которое внесло существенные изменения, а некоторые требования были восстановлены из НПБ 88-2001 [3].

Основные параметры решетки расстановки пожарных извещателей это расстояние между извещателем и стеной и между извещателями. Обозначим их L_{SW} и L_{SS} соответственно.

В британском стандарте BS 5839 [4] в пункте 22.3 указаны расстояния от любой точки помещения до ближайшего дымового извещателя в горизонтальной проекции. Вычислим по этим параметрам L_{SW} и L_{SS} основываясь на геометрии взаиморасположения извещателей (см. рисунок 1):

- $S=7,5$ м для дымовых точечных, следовательно

$$L_{SS} = \frac{S}{\sqrt{2}} = \frac{7,5}{\sqrt{2}} = 5,3; \quad (1.1)$$

$$L_{SW} = 2L_{SS} = 10,6; \quad (1.2)$$

- $S=5,3$ м для тепловых точечных, следовательно

$$L_{SS} = \frac{S}{\sqrt{2}} = \frac{5,3}{\sqrt{2}} = 3,7; \quad (1.3)$$

$$L_{SW} = 2L_{SS} = 7,4. \quad (1.4)$$

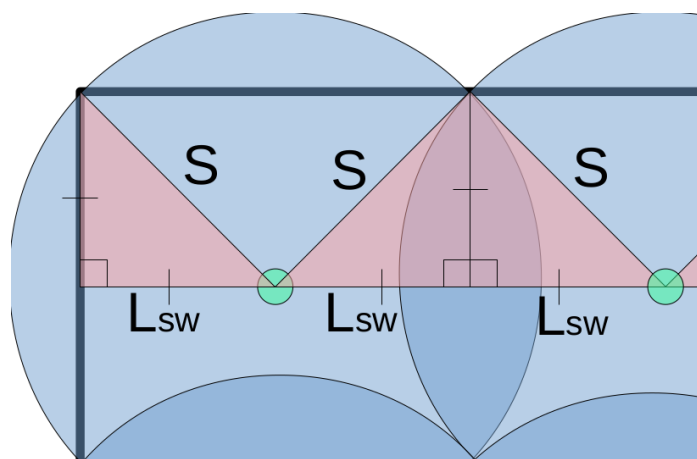


Рис. 1. Вычисление расстояний между точечными извещателями

По американскому стандарту NFPA 72 [5], согласно пункту А.5.6.5.1, для общего случая на горизонтальных гладких потолках точечные извещатели обоих типов размещаются по квадратной решетке с шагом S , расстояние от стены до извещателя должно быть не более $S/2$. Кроме того, указывается, что любая точка потолка должна находиться на расстоянии не дальше чем $0,7S$ от ближайшего извещателя. При исходном шаге решетки $S=9,1$ м, при котором один извещатель защищает площадь в виде круга с $R=6,4$, получаем $L_{SS} = 9,1$ м, $L_{SW} = 4,55$ м.

Для тепловых извещателей шаг квадратной решетки S рассчитывается, исходя из обеспечения обнаружения очага мощностью Q_{CR} (critical), за время t_{CR} , чтобы ко времени начала тушения пожара t_{DO} его величина не превышала мощности Q_{DO} (design objective).

Сравнение максимальных расстояний L_{SW} и L_{SS} в документах разных стран приведено в таблице 1.

Таблица 1

Тип извещателя	Дымовые		Тепловые	
	L_{SS}	L_{SW}	L_{SS}	L_{SW}
СП5.13130.2009	9	4,5	5	2,5
BS 5839	10,6	5,3	7,4	3,7
NFPA 72	9,1	4,55	9,1	4,55

На первый взгляд рассчитанные расстояния отличаются друг от друга незначительно, из чего можно сделать вывод, что применение стандартов приводит к одинаковому результату. Однако, несмотря на близость рассчитанных значений по L_{ss} и L_{sw} для дымовым извещателям, по параметрам для тепловых извещателям имеется значительное расхождение, причем российский стандарт рекомендует наименьшие значения. Это, вероятно, связано с заложенными в [2] низкими требованиями к качеству (надежности) работы извещателей.

Теперь рассмотрим особенности и различия между требованиями стандартов в более сложных случаях.

В [6] уделяется большое внимание проблемам, которые возникают даже в простом случае расстановки с гладким потолком. По BS 5839 [4] допустимыми являются решетки по квадратной и треугольной сеткам. NFPA 72 [5] содержит требования к сетке в прямоугольных помещениях - ячейка сетки должна укладываться в окружность с $R=6,4$ м (см. рисунок 2), и приводит особый алгоритм расстановки в помещениях сложной формы. В этом случае точки размещения извещателей определяются как пересечения окружностей $R=6,4$ м с центрами в наиболее удаленных от центра углов помещения. Затем проверяется отсутствие точек вне окружностей $R=6,4$ м с центрами в точках размещения извещателей и при необходимости устанавливаются дополнительные извещатели (см. рисунок 3).

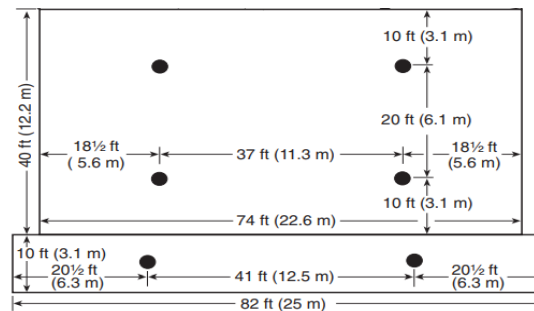


Рис. 2. Расстановка точечных извещателей по стандарту NFPA 72 в прямоугольных помещениях

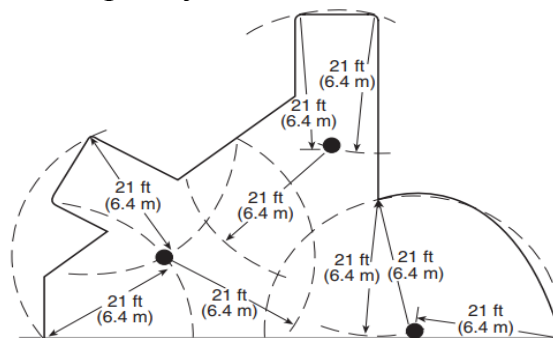


Рис. 3. Расстановка точечных извещателей по стандарту NFPA 72 в помещениях сложной формы

В [7] изучены требования к расстановке на перекрытии с учетом влияния окружающих предметов в помещении. По стандарту BS 5839 пожарные извещатели должны быть установлены на перекрытии так, чтобы их чувствительные элементы были расположены ниже потолка от 25 мм до 600 мм для дымовых извещателей и от 25 мм до 150 мм для тепловых извещателей. В NFPA 72 приведен рисунок А.5.6.3.1, предъявляющий одни и те же требования для обоих типов извещателей — верхняя грань на расстоянии от 100 мм до 300 мм до перекрытия, боковая грань не ближе чем 100 мм до стены. В СП 5 указано рекомендуемое расстояние от чувствительного элемента извещателя до перекрытия, которое изменяется от 30 до 800 мм в зависимости от высоты помещения.

Рассмотрим требования нормативных документов, связанные со сдвигом положения извещателя при близко расположенной помехе в виде балки или выступа. Согласно стандарту BS 5839 [4], тепловые и дымовые извещатели не должны быть установлены ближе чем 500 мм от любых препятствий (в т.ч. стен), если его высота больше чем 250 мм. Если препятствия меньше 250 мм, то извещатели следует располагать не ближе, чем удвоенная высота препятствия. Кроме того, извещатели должны быть размещены таким образом, чтобы вокруг каждого извещателя было свободное пространство в пределах 500 мм. В СП 5 [2] указано, что горизонтальное и вертикальное расстояние от извещателей до близлежащих предметов в любом случае должно быть не менее 0,5 м. То есть рассматривается не сфера, как в британском стандарте, а её проекция на потолок.

В [8] рассматриваются объекты, которые являются значительными препятствиями для распространения дыма в помещении: балкам, стеллажам, штабелям, перегородкам и т.д. Отмечено, что нормативные требования существенным образом отличаются от зарубежных стандартов, а необходимость использования нескольких наших извещателей вместо одного извещателя не только делает невозможным гармонизацию наших норм, но и создает трудности в определении площади, защищаемой извещателем, и логики работы системы.

Выводы:

- алгоритм расстановки извещателей присутствует только в NFPA 72 для прямоугольных помещений;
- во всех остальных случаях требования предъявляются только к конечному результату - сетке расстановки извещателей;
- требования рассмотренных стандартов к расстановке в простейшем случае на гладком потолке согласуемы;
- для сложных случаев требования стандартов похожи, но требуют особого рассмотрения и согласования.

Следовательно, задача разработке алгоритма расстановки извещателей удобного для программной реализации, для последующей интеграции в систему автоматизированного проектирования - задача актуальная.

Библиографический список

1. СНиП 2.04.09-84 «Пожарная автоматика зданий и сооружений»
2. СП5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» с изм. № 1
3. НПБ 88-2001 «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования»
4. BS 5839 «Part 1 Fire detection and fire alarm systems for buildings – Part 1: Code of practice for design, installation, commissioning and maintenance of systems in non-domestic premises»
5. NFPA 72 «National Fire Alarm Code»
6. Неплохов И. Г. Расстановка пожарных извещателей: отечественные и зарубежные нормы // Технологии защиты. 2011. №5.
7. Неплохов И. Г. Расстановка пожарных извещателей: отечественные и зарубежные нормы. Часть 2 // Технологии защиты. 2011. №6.
8. Неплохов И. Г. Расстановка пожарных извещателей: отечественные и зарубежные нормы. Часть 3 // Технологии защиты. 2012. №1.

УДК 628.38

ПОВЫШЕНИЕ БАРЬЕРНОЙ РОЛИ И НАДЕЖНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫХ ВОДОПРОВОДАХ

Е. А. Завалина¹, А. А. Брюхов², Д. А. Барышников³

Воронежский государственный технический университет^{1,2,3}
Россия, г. Воронеж

¹ Ст. преподаватель кафедры гидравлики, водоснабжения и водоотведения
Тел.: +7(952)1072725, e-mail: zavalina@vgasu.vrn.ru

² Магистрант 2-го года обучения Тел.: +7(980)5546354, e-mail: alexbryuhov19@gmail.com

³ Магистрант 3-го года обучения Тел.: +7(473) 2715048, e-mail: gidro_kaf@vgasu.vrn.ru

Рассматриваются задачи изучения барьерной роли существующей технологии очистки питьевой воды, основанную на обработке ее хлором и коагулянтом, чаще всего сернокислым алюминием, а также поиска путей ее повышения. Исследования показали, что только специальная технология очистки воды с применением сильных окислителей и сорбентов частично или полностью позволяет удалить некоторые виды находящихся в растворенной форме химических загрязнений (фенол, хлорный сульфенол). Учитывая зависимость эффекта очистки воды от химических загрязнений от общего эффекта очистки воды, особое внимание уделено вопросу глубины осветления воды и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: технология очистки воды, питьевая вода, химические загрязнения.

В связи с появлением в воде водоисточников химических загрязнений возникла задача изучения барьерной роли существующей технологии очистки воды, а также поиска путей ее повышения.

Можно было предположить, что очистными сооружениями, пользующимися традиционную технологию очистки воды, будут задерживаться только те виды химических загрязнений, которые находятся в воде в виде взвесей, эмульсий, коллоидов или переходят в нерастворимую форму при обработке применяемыми на станциях реагентами. Это в известной мере подтверждается и литературными данными, которые показывают, что, например, такие вещества, как автол и масла типа МС-20, МК-8 полностью устраниваются в процессе очистки, а бензин, керосин, нефть - не более чем на 20-40%. Что касается пестицидов, то в зависимости от того, находятся ли они в виде взвесей и коллоидов или в растворенном состоянии, различен и эффект их задержания.

Представляло, однако, интерес поставить описываемые специальные исследования в условиях максимально приближенным к натурным с целью

изучения барьерной роли очистных водопроводных сооружений в отношении некоторых видов химических загрязнений.

В качестве загрязнений были выбраны: эмульгированная и растворенная нефть, фенол, труднорастворимый ДДТ, медь, никель, бор, СПАВ (хлорный сульфенол с активными добавками). Исходные концентрации составляли от 2 до 100 ЦДК. Работы проводились в лабораторных условиях и на полупроизводственной установке, производительностью 0,5 м³/час с искусственно загрязненной водой. Очистка вод осуществлялась по двум схемам: коагулирование-отстаивание-фильтрование и коагулирование-контактное осветление с применением в обеих схемах предварительного хлорирования и без него.

Исследования показали, что при достижении требуемой ГОСТом на питьевую воду мутности и цветности обрабатываемой воды медь удалялась на 50%, нефть в зависимости от соотношения в ней растворимых и эмульгированных фракций - на 50-80%, ДДТ - на 80-90%. Следовательно, при повышенном уровне загрязненности водоисточника химическими веществами остаточные количества их в очищенной воде будут превышать предельно допустимые концентрации.

Находящиеся в растворенном виде фенол, хром, бор, никель и хлорный сульфенол с активными добавками при применении существующей технологии очистки воды практически не удалялись (таб. 1).

Повышение доз коагулянта, оптимизация работы очистных сооружений, применение флокулянтов не влияли на степень задержания этих веществ. Исследования показали, что только специальная технология очистки воды с применением сильных окислителей и сорбентов частично или полностью позволяет удалить некоторые виды находящихся в растворенной форме химических загрязнений (фенол, хлорный сульфенол).

Таким образом, проведенные исследования и литературные данные подтверждает, что существующая технология очистки воды обладает весьма ограниченным барьерным действием по отношению к химическим загрязнениям и, что с помощью этой технологии можно удалить только те загрязнения, которые способны выделяться из воды при коагуляции.

Из этого вывода следует, что принципиально возможно повысить барьерную роль очистных сооружений по отношению к ряду химических загрязнений, осуществляя коагуляцию с учетом их максимального удаления, а не только с целью снижения мутности и цветности воды. Поэтому дальнейшие исследования были

направлены на изучение влияния доз акаогулянта на эффект задержания химических загрязнений. Результаты этих исследований показаны на рис. 1 и 2.



Рис. 1 График влияние доз коагулянта на обесцвечивание воды и удалений нефти:

по вертикали, Ц - цветность воды, град; Н - содержание нефти, мг/л; по горизонтали - Д- доза сернокислого алюминия, мг/л; 1 - кривая цветности воды; 2 - кривая снижения содержания нефти.

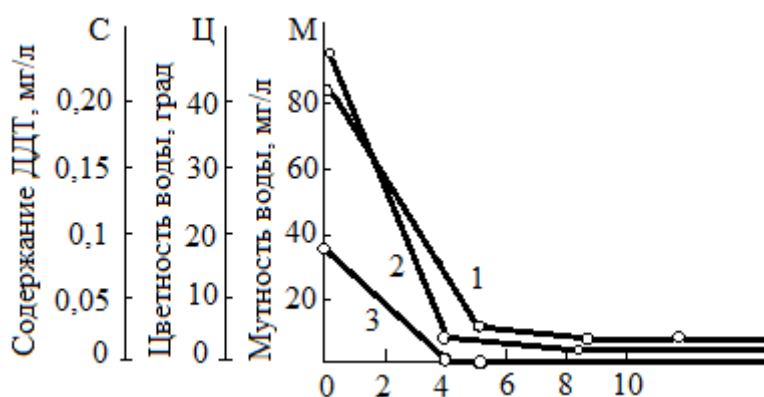


Рис. 2 График влияние доз коагулянта на обесцвечивание, осветление и удаление ДДТ:

по вертикали - Ц - цветность воды, град; М - мутность воды, мг/л; С - содержание ДДТ мг/л; по горизонтали: Д - доза коагулянта, мг/л; 1 - кривая обесцвечивания воды; 2 - кривая осветлений воды; 3 - кривая удаления ДДТ.

Таблица 1

Эффективность очистных сооружений в отношении химических загрязнений, находящихся в растворенной форме

Наименование загрязнение	Характеристика исходной воды		Характеристика очищенной воды								
	ЦДК, мг/л	Цветность, градус	Мутность, мг/л	Концентрация загрязнений, мг/л	Предварительное хлорирование-отстаивание-фильтрование		Предварительное хлорирование-контактное осветление				
					Цветность, градус	Мутность, мг/л	Цветность, градус	Мутность, мг/л			
Хлорный сульфид +10% активных добавок (триполифосфат натрия, карбоксиметилцеллюлоза)	0,5	42	10	6	0	0,4	5,5	-	-	-	-
		36	26,6	5	-	-	-	3,4	0,6	-	4,8
Фенол	0,001	43	18	0,21	-	-	-	-	1,6	15	0,19
		30	19	0,3	2,7	0,4	0,3	-	-	-	-
Хром	0,1	43	18	0,91	0	0,5	0,81	-	-	-	-
		30	20	0,9	-	-	-	17	1	-	0,85
Никель	0,1	43	100	2	5	0,4	2	-	-	-	-
		54	16,6	4	-	-	-	13	1,1	-	4

Исследования показали, что в зависимости от природы загрязнений и их концентрации, а также в зависимости от мутности и цветности исходной воды дозы коагулянта, необходимые для устранения загрязнений, могут быть выше или ниже оптимальных доз, необходимых для достижения мутности и цветности в соответствии с требованиями ГОСТа 2874 "Вода питьевая".

Естественно, что при очистке воды от химических загрязнений с помощью коагуляции, приобретает большое значение глубина осветления воды, поскольку эти загрязнения будут находиться в коагулянте вместе со взвесью природного происхождения. При правильном подборе доз коагулянта глубина осветления воды на очистных сооружениях целиком определяется их конструкцией и режимом работы.

Недостаточная глубина осветления может быть обусловлена, в частности, повышенными скоростями фильтрования. В таблице 2 показано влияние скорости фильтрации на мутность очищенной воды и задержание нефти.

Несмотря на то, что с увеличением скорости фильтрации в 2 раза мутность фильтрата оставалась в пределах, допускаемых ГОСТа на питьевую воду, содержание нефти в фильтрате увеличилось в 3-4 раза.

Таблица 2

Влияние скорости фильтрации на мутность и содержание нефти в очищенной воде

Время отбора проб, мин (после часа работы)	Скорость фильтрации 5 м/час		Скорость фильтрации 10 м/час	
	Содержание нефти в фильтрате	Мутность фильтра, мг/л	Содержание нефти в фильтрате	Мутность фильтра, мг/л
15	0,15	0,19	0,46	1,3
30	0,1	0,18	0,48	1,1
45	0,11	0,18	0,59	1,3
60	0,23	0,18	-	-
75	0,18	0,20	0,99	1,8

Данные табл. 2 показывают, что в ряде случаев для устранения химических загрязнений воды может оказаться необходимым более глубокое ее осветление по сравнению с предельно допустимой мутностью, регламентируемой ГОСТом.

Проведенные исследования указывают на обязанность применения предварительного хлорирования воды, исходя только из требований обеззараживания воды, поскольку применение хлора в

доступных дозах и времени контакта не может обеспечить глубокое окисление химических загрязнений. В рекомендациях приводятся необходимые данные по выбору доз коагулянта, исходя из условий удаления химических загрязнений.

Учитывая зависимость эффекта очистки воды от химических загрязнений от общего эффекта очистки воды, особое внимание уделено вопросу глубины осветления воды. Предельные значения мутности и цветности установлены новым ГОСТом на питьевую воду.

Выполнение этих условий требует хорошего технического состояния сооружений, соответствующего подбора доз коагулянта, применение флокулянта и оптимизации работы сооружений.

Выводы

1. Существующая технология очистки воды не обеспечивает удаления из нее большинства видов химических загрязнений. Она обладает ограниченным барьерным действием только по отношению к тем из них, которые способны выделяться из воды при коагуляции.

2. По отношению к таким загрязнениям эффективность очистных сооружений может быть повышена соответствующим подбором доз реагентов, повышением глубины очистки воды, оптимизацией работы очистных сооружений.

3. При повышенном уровне загрязненности водоисточника, особенно при содержании загрязнений, находящихся в растворенном виде, необходима разработка специальной технологии очистки воды с применением сильных окислителей и сорбентов.

Библиографический список

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. - 103 с.
2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест. Санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. М. : ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.
3. Guidelines for drinking Water Quality / WHO. Geneva. - 1984.
4. Водный кодекс Российской Федерации. М. : Изд-во НОРМА, 2001. -64 с.

5. Лукашевич А.Д. Экологические и технологические аспекты оценки качества природных вод для производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения // Вода и экология. 2007. - № 1. — С. 3-16.
6. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2004 году: Гос. докл. М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005.
7. Белоусова М.Я., Шварц И.А., Гудыно Т.В. Сорбция некоторых нормируемых в водах органических соединений на «Полисорбе С» // Химия и технология воды. 1987. - № 2, т. 9. - С. 180-181.
8. Якимова Т.И., Мартич В.Е., Мамченко А.В. Внутридиффузионная динамика адсорбции растворенных веществ неоднородно-пористыми активными углями // Химия и технология воды. 1988. - № 4, т. 10. - С. 294-297.
9. Горленко Л.Е., Емельянова Г.И., Харланов А.Н., Янковская А., Лунин В.В. Низкотемпературное окислительное модифицирование бурых углей и коксов на их основе // Журн. физ. химии. 2006. - № 6, т. 80.1. С. 878-881.
10. Тарасевич Ю.И. Природные, модифицированные и полусинтетические сорбенты в процессах очистки воды // Химия и технология воды. 1994. - № 6, т. 16.-С. 626-640.
11. Подлеснюк В.В., Фридман Л.Е., Фесенко Е.А., Клименко Н.А., Баскаков В.А., Харина Г.П. Равновесная адсорбция некоторых растворенных органических веществ на винилпиридиновых полимерных сорбентах // Химия и технология воды. 1992. - № 1, т. 14. - С. 20-25.
12. Гликин М.А., Клименко Н.А., Алексеева Н.П., Кармазина Т.В., Дудник Т.И. Структурно-сорбционные свойства искусственных углеродсодержащих сорбентов // Химия и технология воды. 1990. -№ 10, т. 12.-С. 928-930.

УДК 624.05:004.9

ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ ДОСТАВКИ РЕСУРСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Е.А. Копытина¹, Н.А. Петрикеева²

Воронежский государственный университет¹
Россия, г. Воронеж

Воронежский государственный технический университет²
Россия, г. Воронеж

¹ Аспирант кафедры информационных технологий управления
Тел.: +79521017296, e-mail: zhemkaterina@yandex.ru

² Канд. техн. наук, доц., доцент кафедры теплогазоснабжения и нефтегазового дела
Тел.: +7(473)271-53-21, e-mail: petrikeeva.nat@yandex.ru

Наиболее остро в строительной сфере стоит задача оптимального распределения ресурсов. Применение задач линейного программирования позволит найти оптимальный вариант распределения ресурсов предприятия и принять рациональное управленческое решение. В работе предложен вариант применения задач линейного программирования для оптимизации стоимости доставки ресурсов при строительстве инженерных сетей: газовой, водопроводной, паропроводной, тепловой. Расчеты выполняются с помощью программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel, которая позволяет осуществлять поиск оптимальных значений при заданных параметрах.

Ключевые слова: строительство, оптимизация, ресурсы, инженерные коммуникации, задачи линейного программирования, распределение ресурсов, управление, симплекс метод.

Введение

В строительной сфере в настоящее время необходимо грамотно и быстро принимать управленческие решения, так как любой неверный расчет или простой механизмов может привести к потере значительной доли денежных средств, невыполнению обязательств, срыву сроков проекта. В качестве помощи при принятии управленческих решений в строительной деятельности может служить решение задачи линейного программирования.

Наиболее остро в строительной сфере стоит задача оптимального распределения ресурсов: человеческих, транспортных, сырьевых, денежных и т.д. Применение же задач линейного программирования позволит найти оптимальный вариант распределения ресурсов предприятия и принять рациональное управленческое решение уполномоченным на то лицам.

© Копытина Е. А., Петрикеева Н. А. , 2018

Постановка задачи

В пригороде Феодосии, Крым, идет строительство инженерных коммуникаций: газовой сети, водопроводной сети, паропровода, тепловой сети.

Для строительства необходимо доставить стальные водогазопроводные трубы диаметра 57 мм с четырех предприятий А, В, С, D на объекты строительства. На предприятиях имеются трубы в количестве 360, 270, 450, 420 единиц. Предприятия разноудалены от объектов строительства. Для строительства газовой сети требуется поставить 270 единиц, водопроводной сети – 360 единиц, паропровода – 180 единиц, тепловой сети - 450 единиц продукции. Погрузочная машина вмещает 90 единиц продукции.

Средняя стоимость доставки труб с предприятий на строительные объекты представлена в таблице.

Таблица

Стоимость доставки продукции (тыс. руб.)

Предприятие	Газовая сеть	Водопроводная сеть	Паропроводная сеть	Тепловая сеть
А	4	9	8	3
В	6	10	7	4
С	7	11	4	2
D	3	7	6	3

Необходимо составить оптимальный план доставки продукции на объекты из условия минимума стоимости ее перевозки.

Реализация поставленной задачи

Расчеты выполняются с помощью программы для работы с электронными таблицами Microsoft Excel, которая, в частности, позволяет осуществлять поиск оптимальных значений при заданных параметрах. В программе задается таблица, которая содержит известные исходные данные (рис. 1).

	A	B	C	D	E	F
1	Предприятие	Инженерные коммуникации				
2		Газопровод	Водопровод	Паропровод	Теплопровод	
3	A	4	9	8	3	360
4	B	6	10	7	4	270
5	C	7	11	4	2	450
6	D	3	7	6	3	420
7		270	360	180	450	
8						
9		Количество труб в 1 машине	90			

Рис. 1. Таблица задания исходных данных

Далее создаем таблицу для вывода найденного оптимального плана перевозок труб с предприятий на строительные объекты. Значение целевой функции, то есть в нашем случае затраты на перевозку, которые требуется минимизировать, задаем как сумму произведения диапазонов В3:Е6; В12:Е15 (рис. 2).

10					
11		Газопровод	Водопровод	Паропровод	Теплопровод
12	A	0	0	0	0
13	B	0	0	0	0
14	C	0	0	0	0
15	D	0	0	0	0
16		0	0	0	0
17					
18					
19	Целевая функция	0			
20					

Рис. 2. Таблица для вывода значений оптимального плана перевозок

Для нахождения оптимального плана доставки продукции на объекты используется инструмент «Поиск решения», в окне которого задается ряд ограничений (рис.3). Решение осуществляется симплекс-методом.

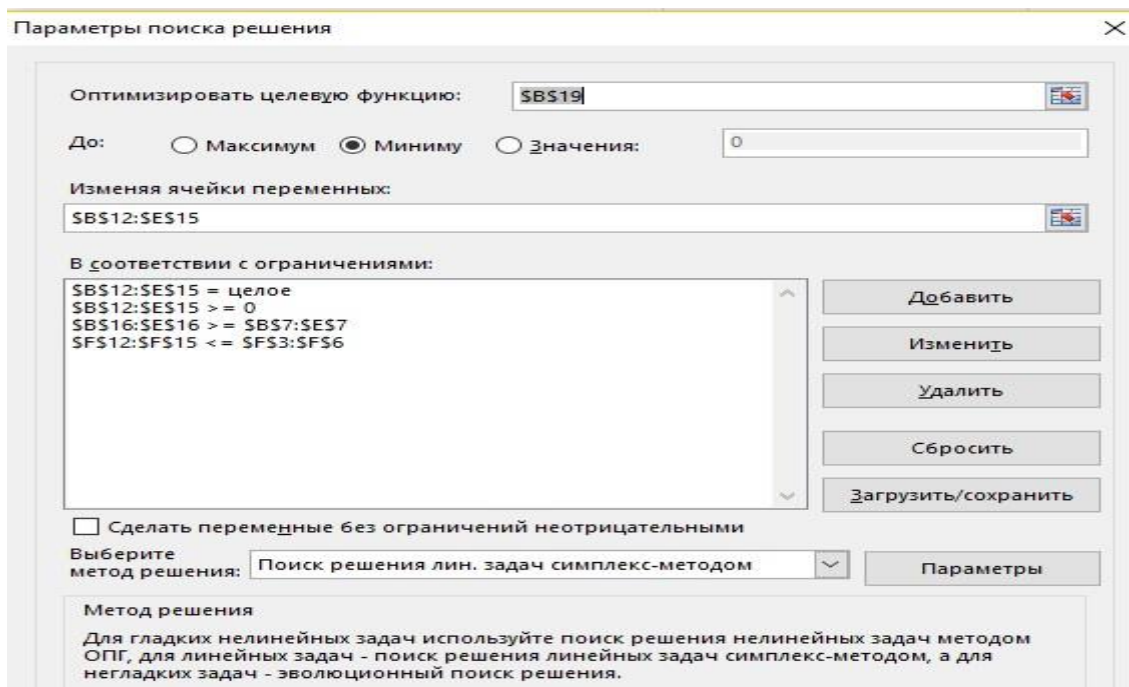


Рис. 3. Ввод ограничений в окне инструмента Поиск решения

Полученные результаты и их обсуждение

Найденный оптимальный план перевозок водопроводных труб диаметра 57 мм выводится в программе и представлен на рисунке 4.

	A	B	C	D	E	F
1	Предприятие	Инженерные коммуникации				
2		Газопровод	Водопровод	Паропровод	Теплопровод	
3	A	4	9	8	3	360
4	B	6	10	7	4	270
5	C	7	11	4	2	450
6	D	3	7	6	3	420
7		270	360	180	450	
8						
9		Количество труб в 1 машине		90		
10						
11		Газопровод	Водопровод	Паропровод	Теплопровод	
12	A	3	0	0	1	360
13	B	0	0	0	1	90
14	C	0	0	2	3	450
15	D	0	4	0	0	360
16		270	360	180	450	
17						
18						
19	Целевая функция	61,00				

Рис. 4. Данные оптимального плана перевозок в соответствии с целевой функцией

В итоге получаем, что для перевозки водогазопроводных труб диаметром 57 мм с предприятия А на строительство тепловой сети необходимо отправить 1 машину, на строительство газопровода – 3.

С предприятия В требуется отправить 1 машину для строительства тепловой сети.

С предприятия С необходимо отправить 2 машины на строительство паропровода и 3 для тепловой сети.

С предприятия D на строительство водопровода требуется отправить 4 машины.

Причем минимальные затраты на доставку данного объема продукции составят 61 тыс. руб. в заданном диапазоне цен.

Заключение

В результате применения симплексного метода для решения задачи линейного программирования применительно к строительной деятельности найден оптимальный план перевозки водогазопроводных труб диаметра 57 мм с четырех разноудаленных предприятий на строительные объекты: газовую сеть, водопровод, паропровод, тепловую сеть. План разработан из условия минимизации затрат на перевозку, что позволяет рационально распределить денежные и временные ресурсы и принять правильное управленческое решение уполномоченному лицу.

Библиографический список

1. Гладышева, Т.Ю. Основные направления реконструкции инженерных систем зданий и сооружений/ Т.Ю. Гладышева, Н.А. Петрикеева// Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – Воронеж, 2016.- № 2 (23). - С. 14-21.
2. Копытин, А. В. О распределении вознаграждений в проектах/ А. В. Копытин, Д. И. Соломатин, Е. А. Копытина // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Системный анализ и информационные технологии. – Воронеж, 2016. – № 1. – С. 72–76.
3. Петрикеева, Н.А. Оптимизация стоимостной целевой функции при определении толщины изоляции в системах теплоснабжения/ Н.А. Петрикеева, А.В. Копытин, Н.О. Попов// Градостроительство. Инфраструктура. Коммуникации.- Воронеж, 2016.- № 2 (3). - С. 26-33
4. Ходыкин, В. Ф. Сборник задач по математическому программированию/ В. Ф. Ходыкин, А. А. Преображенский. – Донецк: ДонНУ, 2002. — 218 с.

УДК 721.1;004

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ В ЗДАНИЯХ АДМИНИСТРАТИВНО-БЫТОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Т. В. Лаврухина¹, А. Н. Самсонов², И. А. Бабкин³,

Липецкий государственный технический университет,
Липецк, Россия^{1,2},
АО «НЛМК-Инжиниринг»,
Липецк, Россия³

¹ Канд. техн. наук, доц. кафедры автоматизированных систем управления
Тел.: +7(960)1455891, e-mail: lavrukhina_tv@mail.ru

² Доцент кафедры автоматизированных систем управления, главный инженер проекта АО
«НЛМК-Инжиниринг» Тел.: +7(903)6437292, e-mail: samsonov_an@nlmk.com

³ Инженер отдела АСУ АО «НЛМК-Инжиниринг» Тел.: +7(960)1401725, e-mail:
babkin_ia@nlmk.com

При реализации систем пожарной сигнализации активно используются средства автоматизированного проектирования, однако данные системы являются лишь вспомогательными инструментами и не автоматизируют процесс проектирования как пожарной сигнализации в целом, так и расстановки дымовых извещателей в частности. В работе описан алгоритм расстановки пожарных извещателей, разработанный для прямоугольных помещений. Приведены формулы расчетов основных показателей алгоритма, блок-схемы разработанного программного обеспечения, а также примеры работы описанного программного продукта.

Ключевые слова: bim-технологии, пожарная безопасность, пожарные извещатели, системы противопожарной защиты.

Введение

Во всем мире предупреждению пожаров уделяется большое внимание. В частности, разрабатываются методы и средства обнаружения возникновения пожаров с помощью т.н. извещателей - устройств, предназначенных для обнаружения различных факторов пожара и формирования сигнала о пожаре или о текущем значении его факторов. Применение, установку, расположение, эксплуатацию и тестирование извещателей в помещении регламентируют национальные стандарты. Так в Великобритании действует стандарт BS 5839 [1], в США - система NFPA 72 [2], охватывающие применение, установку, расположение,

© Лаврухина Т. В., Самсонов А. Н., Бабкин И. А., 2018

эксплуатацию и тестирование пожарных тревожных систем, пожарного предупреждающего оборудования и их компонентов.

В России применяется свод правил СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» [3]. В частности, в сфере пожарной сигнализации СП 5 определяет следующие требования: правила выбора пожарного извещателя для защищаемого объекта; требования к организации зон контроля; требования к размещению пожарных извещателей; площади и расстояния между извещателями и между извещателем и стеной для точечных дымовых, линейных дымовых, точечных тепловых и линейных тепловых извещателей; места, расстояние от пола до пожарного ручного извещателя, между ними в помещении и снаружи; размещение приемно-контрольных приборов; требования к электропитанию приборов; группы помещений по пожарной опасности; выбор пожарных извещателей в зависимости от помещений.

Свод правил СП 5.13130.2009 рассматривает расстановку точечных пожарных извещателей решеткой, основными параметрами которой являются расстояние между извещателем и стеной (обозначим как L_{SW}) и между извещателями (L_{SS}). Эти значения изменяются в зависимости от типа извещателя (тепловых или дымовых) и высоты помещения. Однако этот нормативный документ не содержит алгоритма расстановки пожарных извещателей, поэтому достижение оптимального плана расположения элементов системы противопожарной защиты в настоящее время зависит от знаний и квалификации проектировщика.

В практике разработки противопожарных систем применяются программные средства. При проектировании систем пожарной сигнализации в наиболее часто используется система автоматизированного проектирования Autodesk AutoCAD. Основными элементами, с которыми работает AutoCAD являются графические примитивы. Таким образом, AutoCAD является лишь электронной заменой чертежной доски, никак не автоматизирующей процесс проектирования противопожарной системы. Типичный пример использования AutoCAD в проектировании показан в [4] путем использования динамических блоков, которые позволяют ускорить и упростить лишь процесс изображения проектируемой системы, но не её разработки.

Другим примером применения САПР для разработки систем пожарной сигнализации является NanoCAD [5]. Используя данные о технических характеристиках, маркировке и некоторые др., программный комплекс NanoCAD ОПС позволяет на архитектурной подоснове в формате *.dwg автоматически расставлять пожарные извещатели и

извещатели по СП 5.13130.2009. Программа имеет закрытый исходный код и, следовательно, неизвестный алгоритм расстановки [6].

Целью работы является разработка алгоритма оптимальной расстановки пожарных извещателей и реализация его на языке Python Iron для дальнейшего применения в среде программирования Dynamo с взаимодействием с системой BIM-проектирования Autodesk Revit.

Алгоритм и его программная реализация

Разработанный алгоритм предназначен для расстановки извещателей на гладком потолке, в административно-бытовых зданиях. Особенностью таких зданий является большая повторяемость помещений.

В соответствии с разработанным алгоритмом для прямоугольного помещения вычисляются координаты расположения извещателей по прямоугольной сетке (см. ниже). Для не прямоугольного помещения предполагается использовать метод, описанный в NFPA 72 [2]. Координаты вычисляются для всех отмеченных пожарных нагрузок обоих типов, затем выбирается самая экономичная реализация с учетом порядков стоимости извещателей разного типа.

Для размещения извещателей по прямоугольной сетке рассматриваются проекции извещателей на стены помещения. Количество точечных извещателей n в проекции на стену длины W определяем, как

$$n = f((W - 2L_{SW})L_{SS}^{-1}) + 2, \quad (1.1)$$

$$f(x) = \begin{cases} [x], & \text{если } x < 0; \\ [x], & \text{иначе.} \end{cases} \quad (1.2)$$

Затем, зная количество, вычисляем шаг размещения $s = W(n + 1)^{-1}$. В случае, если $s > L_{SW}$, считаем, что для первого извещателя $s = L_{SW}$, а для остальных — $s' = (W - 2L_{SW})(n - 1)^{-1}$. Последний извещатель устанавливается на координате $s'' = W - L_{SW}$.

Программа, реализующая разработанный алгоритм, написана на языке Python Iron и предназначена для работы в среде Dynamo, которая получает данные из 3D-модели Revit и создает объекты (экземпляры семейств) по вычисленным координатам, а также вычисляет общие характеристики системы: потребление извещателей, количество контроллеров для адресно-аналоговых систем (см. рисунок 1).

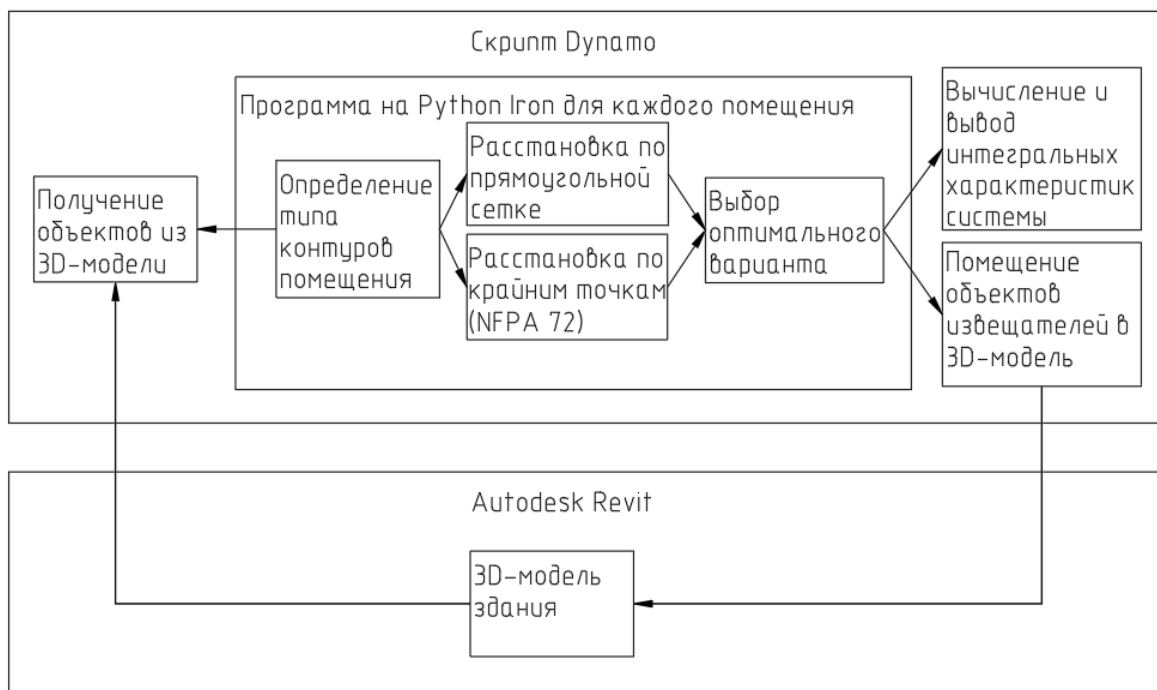


Рис. 1. Структурная схема ПО

Пример работы программы приведен на рисунке 2.

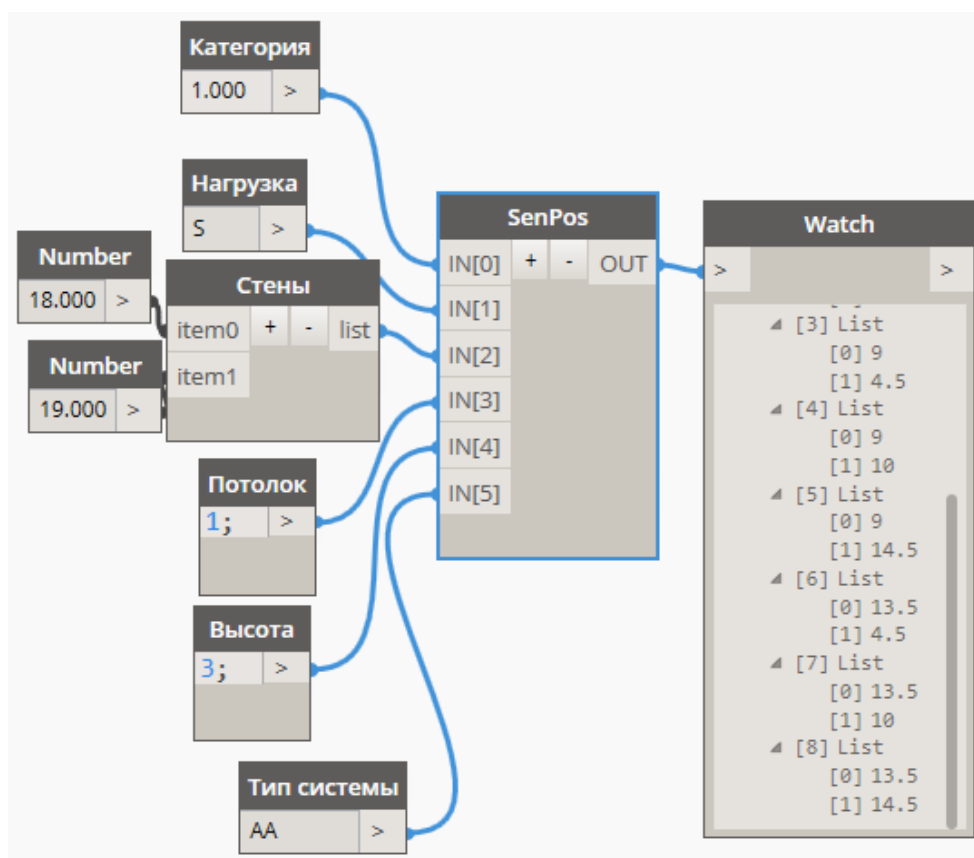


Рис. 2. Пример работы программы в среде Динамо

Вычислительный эксперимент и его обсуждение

С целью проверки алгоритма были проведены вычислительные эксперименты. В связи с тем, что вычислительные эксперименты проводились без загрузки данных из 3D-модели здания Revit, то для каждого помещения разработанная программа выполнялась отдельно, и каждое помещение находилось в своей координатной системе для упрощения подготовки данных и анализа результатов. В нашем случае, когда каждое помещение находится в своей системе координат, образуется множество повторяющихся по характеристикам помещений, которые мы пропускали при расчете. Данные, подготовленные для вычислительного эксперимента, описывали здание столовой АБК-1200, ЦХПП ПАО «НЛМК», состоящее из 10 уникальных помещений, и содержали следующие поля:

- пожарная нагрузка: тепло или дым;
- габариты помещения;
- наличие подвесного потолка: присутствует, соответствует требованиям п. 13.3.16 СП 5.13130.2009, отсутствует;
- высота до подвесного потолка/перекрытия;
- тип извещателя: точечный или линейный, тепловой или дымовой.

Для оценки качества расстановки извещателей использовалась величина Δ , равная разнице между экспертной оценкой координат извещателя (pos_x^{ex}, pos_y^{ex}) и вычисленной $(pos_x^{calc}, pos_y^{calc})$:

$$\Delta = 0,5 (|pos_x^{ex} - pos_x^{calc}| + |pos_y^{ex} - pos_y^{calc}|). \quad (1.3)$$

Исходные данные, расчетное количество извещателей и Δ приведены в таблице. Следует особо отметить, что число извещателей, рассчитанное по предлагаемому алгоритму и определенное экспертом, равно.

Таблица 1

Назначение	Пожарная нагрузка	Размер помещения, м	Количество извещателей	Δ , м
Зал	Дым	6×6	1	0
Коридор	Дым	1,5×10	2	0,677
Склад	Дым	6×3	1	0
Холл	Дым	20×13	6	1,0425
Холл	Дым	18×6	3	0,583
Склад кафе	Дым	6×6	1	0

Окончание таблицы 1

Кондитерский цех	Тепло	6×6	4	0,675
Обеденный зал	Дым	24×12	8	0,9
Горячий цех	Тепло	6×8	6	0,275
Зал собраний	Дым	12×18	6	1,308
Актальный зал	Дым	18×19	9	1,35

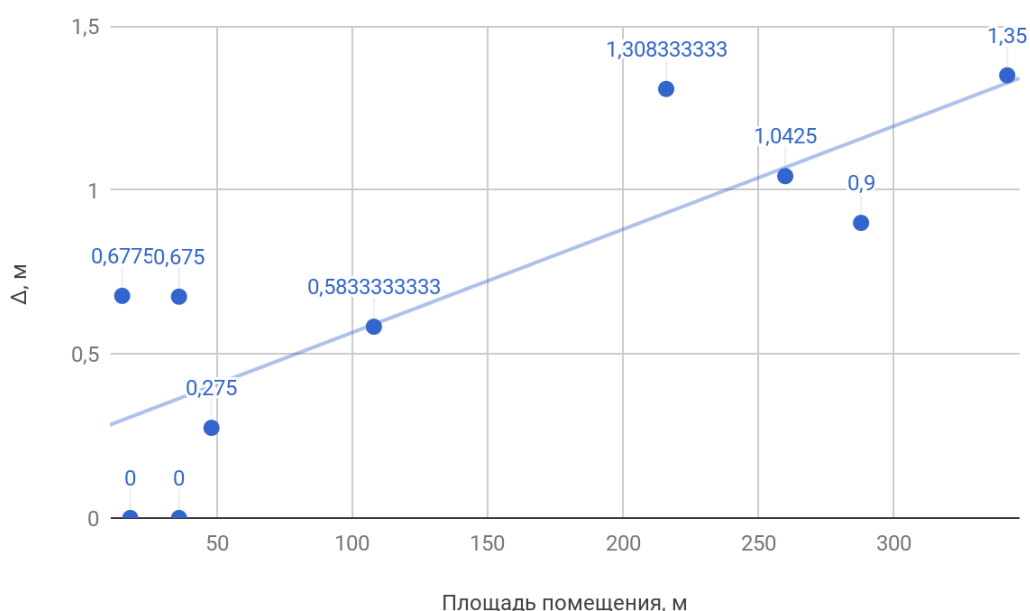


Рис. 3. Отклонение вычисленной координаты от экспертной оценки в зависимости от площади помещения

Из данных таблицы 1 видно, что разработанный алгоритм и его программная реализация обеспечивают удовлетворительные результаты расчета при расстановке извещателей при следующих условиях: прямоугольные помещения, изолированные системы координат для помещений, ручной ввод данных. Среднее отклонение экспертной расстановки от расчетной на указанных исходных данных составила в среднем 0,619 метра. Однако, как можно видеть из данных, приведенных на рисунке 3, это отклонение возрастает с увеличением площади помещения. Причина этого увеличения, вероятно, заключается в том, что при увеличении площади

помещения увеличивается неравномерность экспертной сетки. Существенно, что количество датчиков, определенное расчетным путем, равно числу датчиков, определенных экспертом. Этот свидетельствует о достоверности предложенного расчетного алгоритма. Стоит также учитывать, что расстановка извещателей в традиционной САПР AutoCAD в большинстве случаев указывается лишь примерно, без привязки к строительным координатам здания, и всегда уточняется при монтаже. В связи с уточнением расположения извещателей при монтаже, выявленное расхождение можно считать несущественным.

Выводы

Разработан алгоритм расчета оптимальной расстановки пожарных извещателей в соответствии с требованиями СП 5.13130.2009. Алгоритм реализован на языке Python Iron для работы в среде Dymaco. Вычислительный алгоритм показал приемлемую для практического использования точность расчета. Разработанная система позволяет выполнить требования СП 5.13130.2009 и ускорить процесс проектирования.

Библиографический список

1. BS 5839 «Part 1 Fire detection and fire alarm systems for buildings – Part 1: Code of practice for design, installation, commissioning and maintenance of systems in non-domestic premises».
2. NFPA 72 «National Fire and Alarm Code».
3. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
4. Дегаев Е. Н., Родин А. И. Автоматизированное проектирование систем пожарной безопасности в AutoCAD // Реальность - сумма информационных технологий. — 2016. С. 89-93.
5. nanoCAD Plus.[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.nanocad.ru/>, свободный – Загл . с экрана.
6. Супрун Р. Выбор в пользу NanoCAD ОПС. // САПР и графика. —2010. С. 18-19.

УДК 721.1;004

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОМОНТАЖА В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

А.А. Сысоева¹, Д.В. Сысоев²

Воронежский государственный технический университет^{1,2}
Россия, г. Воронеж

¹ магистрант 2-го года обучения, E-mail: nastenka.sh1994@gmail.com

² кафедра прикладной математики и механики

Рассматривается возможность наглядного проектирования электромонтажа для одного из корпусов ВГТУ. Электромонтаж осуществляется с использованием планов этажей. Для данной работы применяются средства автоматизированной системы Autodesk Revit 2018. Особое внимание уделено вопросу практического применения данной программы и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: электромонтаж, проектирование, автоматизированная система

«REVIT» - программный комплекс информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, BIM), купленный компанией «Autodesk». Программа ориентирована на строительные организации любого уровня и специализации, занимающиеся строительством, реконструкцией, ремонтом, реставрацией, дизайном или другими видами работ в области промышленного и гражданского строительства. По своим возможностям проектирования программа является аналогом таких вертикальных решений, как «Archicad», «Allplan», «ArCon» и др. На данный момент «Revit» конкурирует с ранее разработанной в «Autodesk» программой «Autodesk Architectural Desktop» (современное название - «Autocad Architecture» или «AA»). Методы и принципы проектирования, организация проектов у них существенно отличаются. «Revit» представляет собой отдельное приложение, включающее только инструменты для проектирования зданий и сооружений, без таких средств базового черчения и 3D-моделирования, как в «AA» и других продуктах «Autodesk», разработанных на базе «AutoCAD». Как и в «AA», проектирование ведется с использованием «интеллектуальных» параметрических объектов, однако связь между моделью и выходными документами двусторонняя (изменения в модели влекут изменения в выходных документах и наоборот). Первоначально, для обеспечения совместной работы со смежниками, «Revit» поставлялся с пакетом «AutoCAD», но передача данных была односторонней (при экспорте в DWG-формат происходила потеря данных).

Поэтому в настоящее время в «Autodesk» развивают и смежные направления проектирования на базе «Revit»:

- «Revit Architecture» - для архитекторов и дизайнеров зданий.
- «Revit Structure» - для инженеров-проектировщиков.
- «Revit MEP» - для инженеров электроснабжения, вентиляции и водоснабжения (аналог «AutoCAD MEP»).
- Главными преимуществами Revit для инженера являются:
- работа с актуальными планировками;
- совместная работа нескольких инженеров в одном файле;
- контроль пересечения инженерных коммуникаций;
- обмен заданиями;
- создание автоматически обновляемых спецификаций.

Revit также позволяет проектировать системы электроснабжения и вести расчет нагрузок в табличном виде. Недостатком является то, что нельзя вести расчеты, производить выбор оборудования и оформлять схемы в соответствии с нормативными документами, действующими на территории Российской Федерации.

Создание однолинейных схем довольно трудозатратная процедура, отнимающая массу времени. При работе в Autocad, приходится использовать для расчета таблицу Excel: заносится мощность подключенного оборудования, названия, место расположения, тип, длины и еще множество параметров, производится расчет, а затем следует перейти к созданию схемы с помощью плагина для Autocad. Теперь, при работе с Revit, все эти данные можно получить из BIM модели. Например, с помощью определенного плагина можно получить следующую информацию:

- Номер выключателя;
- Электрические нагрузки;
- Напряжение;
- Количество полюсов;
- Коэффициент мощности;
- Тип кабеля;
- Классификацию электрических нагрузок;
- Сечение нейтрального проводника;
- Длину кабельной линии.

На начальном этапе работы загружаются все необходимые шаблоны, и создается связь. Далее выбирается нужный этаж и начинается само проектирование. Для начала согласно данным располагаются все светильники, затем расставляются розетки и прокладываются короба. На заключительном этапе происходит расстановка выключателей и кабельных коробов.

Для размещения всех необходимых элементов используются различные планы этажей такие, как «освещение рабочее», «распределительная сеть» и т.д. (рис.1). Все их можно увидеть в меню диспетчера проекта. В конце все проверяется на общем плане в 3D виде.

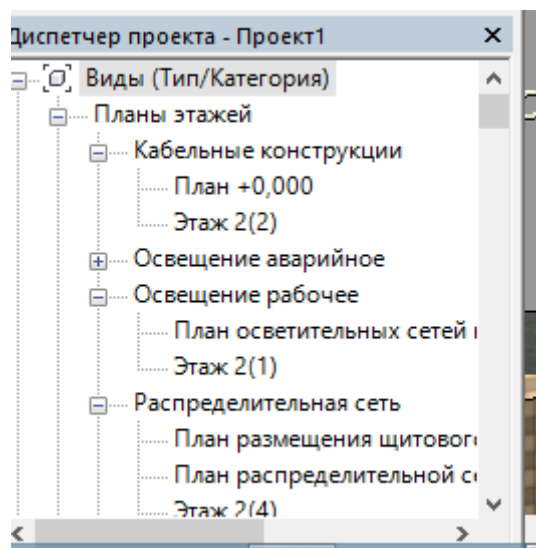


Рис.1. «Планы этажей»

Далее создается необходимый проект на основе выбранного шаблона. После этого на экране отображается первоначальный план выбранного этажа.

Освещение. Первым шагом идет расположение всех светильников на этаже, согласно плану. Для этого на планах этажа выбирается план потолков для потолочных светильников и план рабочего освещения – для настенных, а в семействах - необходимый тип светильников. В данном случае везде, кроме большого конференц-зала стоят квадратные LED светильники. В конференц-зале же стоят настенные LED светильники. После расстановки всех светильников план будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

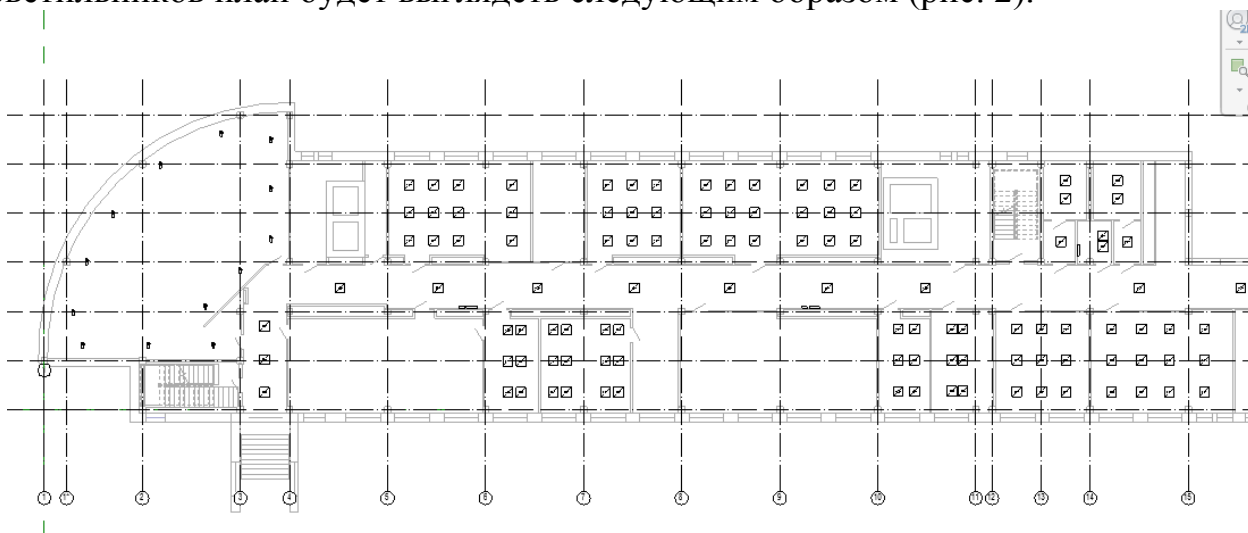


Рис.2. План расположения всех светильников

Розетки. Следующим этапом идет расположение всех розеток. Для этого пользователь должен перейти на план розеточных сетей, а в семействе выбрать необходимые розетки. В данном плане используются два вида розеток: обычные и розетка 2xRG45 (для подключения интернет кабеля). Изначально все розетки располагаются на полу. Для того, чтобы их поднять на нужный

уровень стены, выставляется необходимое смещение в свойствах розетки. Перемещать розетки проще, используя 3D вид. Но на общем плане этажа это делать неудобно. В связи с этим следует сделать разрез в нужном месте. Тогда будет видно каждую розетку и соответственно работа пойдет проще. Разрез для редактирования розеток в аудитории 7218 показан на рисунке 3:

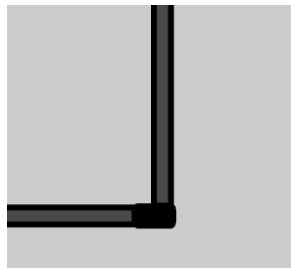


Рис.3. Разрез для редактирования розеток в аудитории 7218.

Для редактирования всех остальных элементов также использовались необходимые разрезы.

Выключатели. Далее происходит расстановка выключателей. Для этого пользователь переходит на план силового электрооборудования, а в семействах, выбирает необходимый тип выключателей. Например, одноклавишные. На рисунке 8 показано расположение розеток и выключателей для аудитории 7218.

Выключатели имеют обозначение: **Q**, а розетки: **D+**.

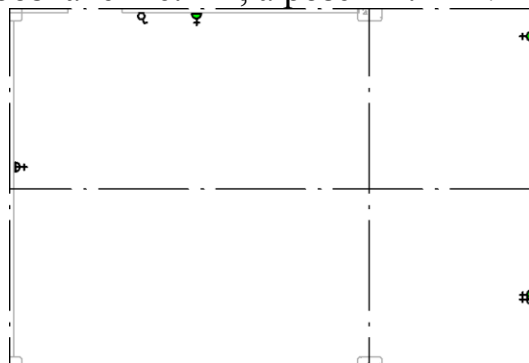


Рис.4. Расположение розеток и выключателей для 7218.

После расстановки всех светильников план будет выглядеть следующим образом (рис. 5).

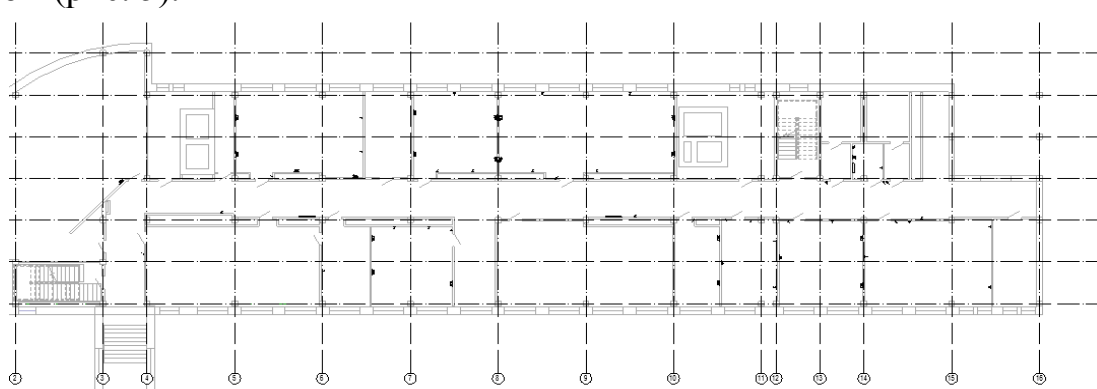


Рис.5. План расположения всех розеток и выключателей.

Короба. После того, как все розетки стоят на своих местах, согласно плану, стоит перейти к размещению кабельных лотков. Для этого пользователь переходит на план кабельных конструкций, и выбирает необходимые кабельные лотки. После прокладки лотка аудитория 7218 будет выглядеть, как показано на рисунке 6:

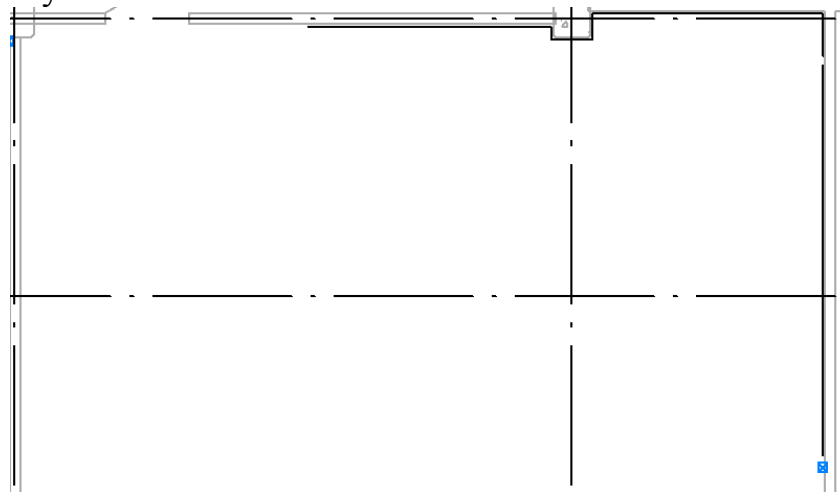


Рис.6. Кабельный лоток в ауд.7218

В остальных аудиториях прокладка происходит аналогичным способом.

Щитки. На заключительном этапе расставляются щитки. Для этого пользователь переходит на план распределительной сети, а в семействах выбирает необходимые щиты. В данном случае – это распределительный силовой щит IP54. Всего на втором этаже седьмого корпуса ВГТУ расположены три силовых щитка: два в коридоре и один в сервисной комнате. На рисунке 7 представлены два щитка, расположенные в коридоре.

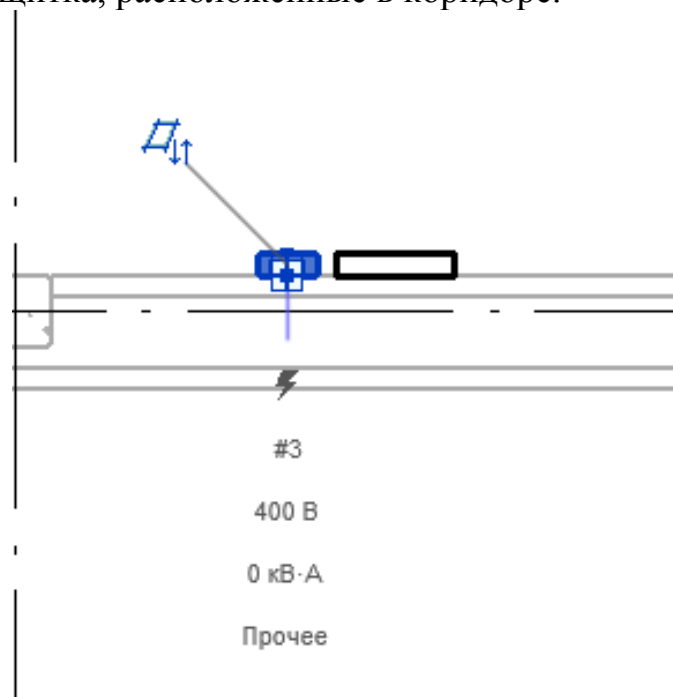


Рис.7. Щитки, расположенные в коридоре.

После расположения всех необходимых элементов на различных планах, увидеть готовый проект можно на общем плане в 3D виде. Общий вид представлен на рисунке 8.



Рис.8. Общий вид готового проекта.

Выводы

1. В качестве лидирующего основного приложения для проектирования, Revit 2018 предлагает эффективные новые и модернизированные средства разработки проектов, делающие процесс проектирования более производительным и интеллектуальным.

2. С помощью Revit 2018, можно получить проектную информацию, независимо от местонахождения, быстро, легко и без искажений.

3. Отраслевые программные средства оптимизированы для решения специфических задач в различных сферах деятельности.

Библиографический список

1. Джеймс Ваидезанд, Фил Рид, Эдди Кригер/ Autodesk Revit Architecture официальный учебный курс. – Москва, 2013. - 330 с.
2. Решения Autodesk для архитекторов, строителей и проектировщиков, – выпуск 2. – 2008.
3. Георгиева Е. В., Денисова Ю. В., Рябцев В. Ю./ Компьютерные технологии в архитектурном проектировании [Электронный ресурс]. URL: http://www.marhi.ru/sveden/files/Method_posobie_osnovi_raboti_v_revit_architecture.pdf
4. Autodesk [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autodesk.ru/products/revit/overview>

УДК 624.05:004.9

РАБОТА С ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛЬЮ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А.Б. Чаганов¹, И.И. Воинский², Е.В. Шалагинова³

Вятский государственный университет^{1, 2, 3}
Россия, г. Киров

¹ Канд. техн. наук, заведующий кафедрой строительного производства
Тел.: +7(912)8210600, e-mail: chabpilot@yandex.ru

² Магистрант
Тел.: +7(953)1306467, e-mail: voinschii@gmail.com

³ Ст. преподаватель кафедры строительного производства
Тел.: +7(922)9136923, e-mail: shelenvit@mail.ru

Рассматривается возможность использования BIM-технологий в области обследования зданий и сооружений. Показаны особенности внесения изменений в информационную модель здания по результатам технического обследования. Определены основные параметры к разработке библиотеки повреждений и обработке результатов обследования в информационной модели. Рассмотрены варианты применения BIM-технологий на этапе эксплуатации здания.

Ключевые слова: информационное моделирование, эксплуатация, дефект.

Эксплуатация – неотъемлемая стадия жизненного цикла строительной продукции. С развитием применения и внедрения BIM-технологии (Building Information Modeling) увеличивается количество зданий, спроектированных и возведенных с использованием BIM-модели и представляющих собой целую базу данных, включающую в себя как графическое представление в виде чертежей, графиков, 3D-моделей, так и текстовую информацию в виде таблиц, спецификаций, ведомостей, меток. В дальнейшем информационная модель здания должна использоваться и на этапе эксплуатации.

Технология BIM широко применяется для моделирования не только новых зданий, но и уже существующих. При обследовании зданий и сооружений в задании на проведение обследования возможно включение требования о создании информационной модели здания по результатам обследования (как по результатам обмеров, так и по данным трехмерного сканирования с созданием облака точек). Создание модели здания, которое уже эксплуатируется, обусловлено тем, что такая модель позволяет вести мониторинг технического состояния здания и отдельных конструкций или смоделировать изменения, например, конструкций или инженерных систем.

По сути, информационная модель здания, введенного в эксплуатацию, является его цифровым паспортом, из которого можно извлечь и проанализировать информацию о состоянии здания. Пользу такой модели можно наблюдать при проведении плановых осмотров и обследовании здания, подготовке ведомости дефектов, ведомости объемов работ для текущего или капитального ремонта здания или его отдельных конструкций.

На сегодняшний день наиболее распространённые BIM-программы не закрывают все разделы проектной документации для гражданского сектора. Локализованные программные продукты, предназначенные для использования информационной модели в стадии эксплуатации, на сегодняшний день недостаточно развиты и проработаны. Фактически, для реального внедрения BIM в России, требуется развивать BIM-решения, расширяя их на все разделы проекта и внедрения их на стадию эксплуатации, ориентируя под задачи эксплуатирующих организаций.

В настоящее время к самому развитому и популярному программному обеспечению, развивающему BIM-технологии в России, можно отнести Revit – решение от Autodesk, которое удовлетворяет требованиям проектных отделов на 30-50% [1].

На стадии эксплуатации здания, имея BIM-модель, возможно изменить то или иное инженерное оборудование, элементы инженерных сетей. То есть в идеале эта модель может актуализировать фактическое состояние здания вплоть до его утилизации. Очевидно, что применяя технологию BIM, намного проще проводить оценку жизненного цикла здания, а полученные результаты использовать для корректировки проекта, получая в итоге более качественное решение. Так же в случае использования BIM эксплуатирующая организация объекта получает сквозные данные от идеи создания объекта до разработки полного проекта, контроля строительства и получением актуальной информации к моменту ввода объекта в эксплуатацию, а также контроль параметров во время эксплуатации, реконструкции или выводе объекта из эксплуатации.

На этапе эксплуатации с использованием BIM-решений теоретически можно выполнять следующие функции:

- управление эксплуатационной документацией;
- учет оборудования и гарантийных обязательств;
- техническое обслуживание и эксплуатация здания и всех инженерных систем, плановые и регламентные работы, включая контроль расхода ресурсов;
- обеспечение объекта всей нормативной документацией;
- проведение обследования как здания, так и инженерных систем с выдачей рекомендаций по эксплуатации здания, ремонту, замене или модернизации;
- учет ремонтных мероприятий (ремонт элементов отделки, конструктивных элементов зданий).

В настоящее время применение BIM-решений в ходе эксплуатации здания (в области проведения обследования и ремонтных мероприятий) не развито и требует создание библиотек дефектов конструкций, элементов мониторинга конструкций зданий и сооружений (маяки на трещины, контрольные точки для геодезического мониторинга и т.п.) на основе действующей нормативной документации, обеспечивающей эксплуатацию и обследование зданий и сооружений, например, ВСН 53-86(р), ГОСТ 31937 и т.п.

Авторами в среде «Revit» для реализации результатов технического обследования создана библиотека дефектов, применимая к информационной модели здания. Схема визуализации дефектов, внесенных в информационную модель здания представлена на рис.1. Внесение возможных редактируемых и базовых параметров дефекта (тип дефекта, степень и величина дефекта, уровень опасности) используются с помощью контекстного меню. На рис. 2 выделен элемент, символизирующий слоистую деструкцию кладки. Для элемента заполнены основные параметры, необходимые для составления ведомости дефектов, в том числе включено изображение/фото, соответствующего реальному дефекта на данном объекте. На рис. 3 выделен элемент, символизирующий разрушение гидроизоляционного ковра кровли, в том числе включено изображение/фото, соответствующего реальному дефекта на данном объекте (в свойствах типа).

Модель дефекта реализована инструментом «Модель в контексте», для каждого типа дефекта доступны к заполнению основные параметры, необходимые для составления ведомости дефектов, ведомости ремонтных мероприятий.

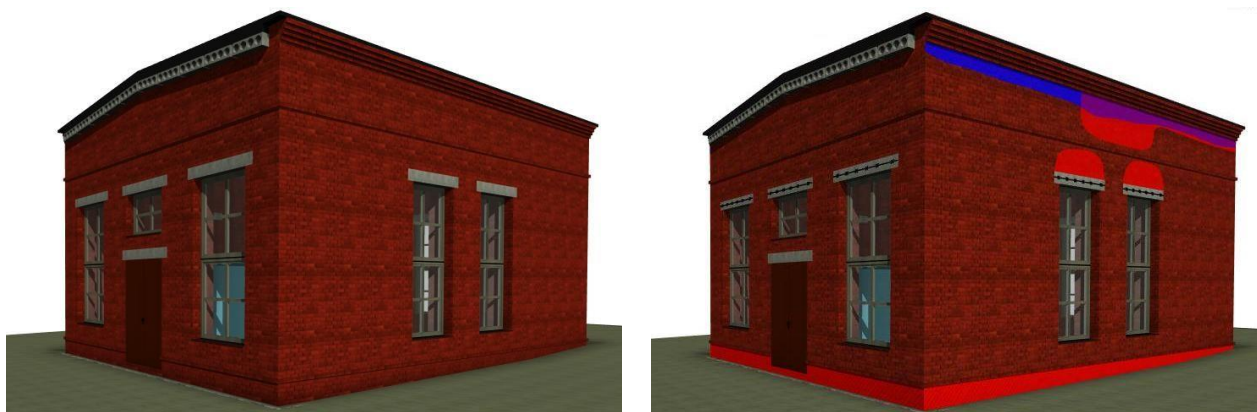


Рис. 1. Схема работы с информационной моделью на этапе эксплуатации, модель здания до наложения и после наложения дефектов

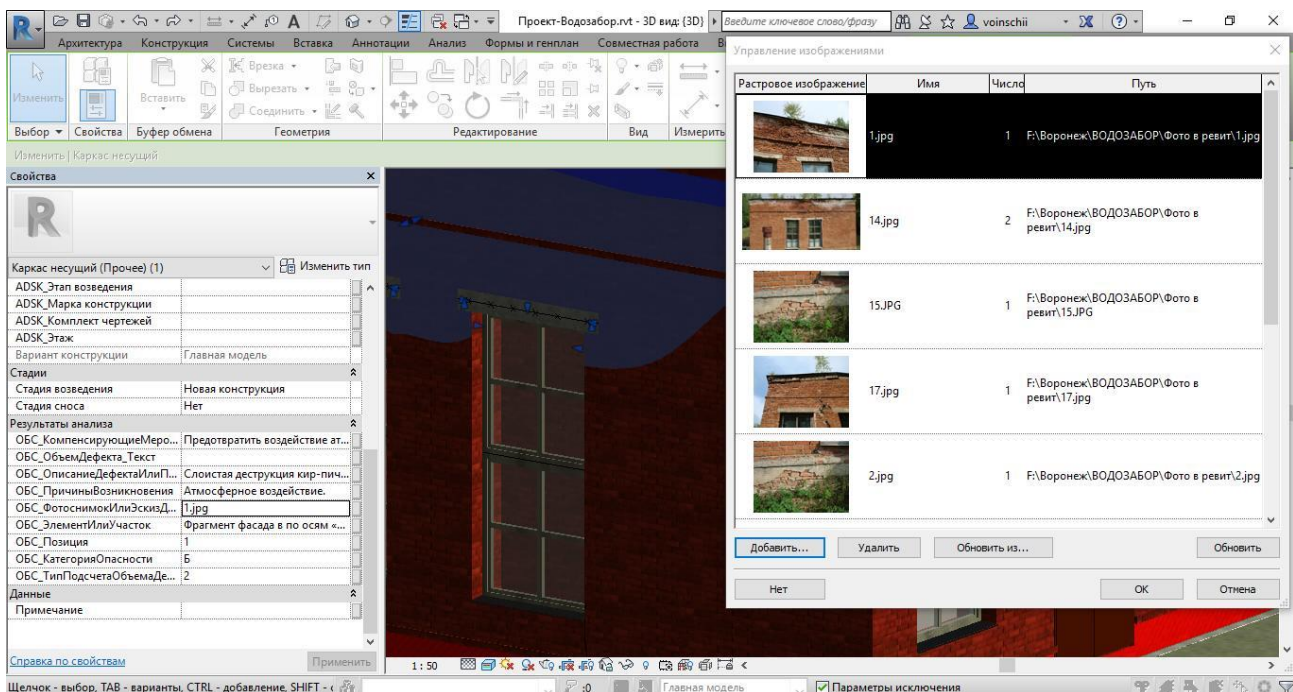


Рис. 2. Схема работы с информационной моделью, внесение параметров дефекта повреждения кирпичной кладки

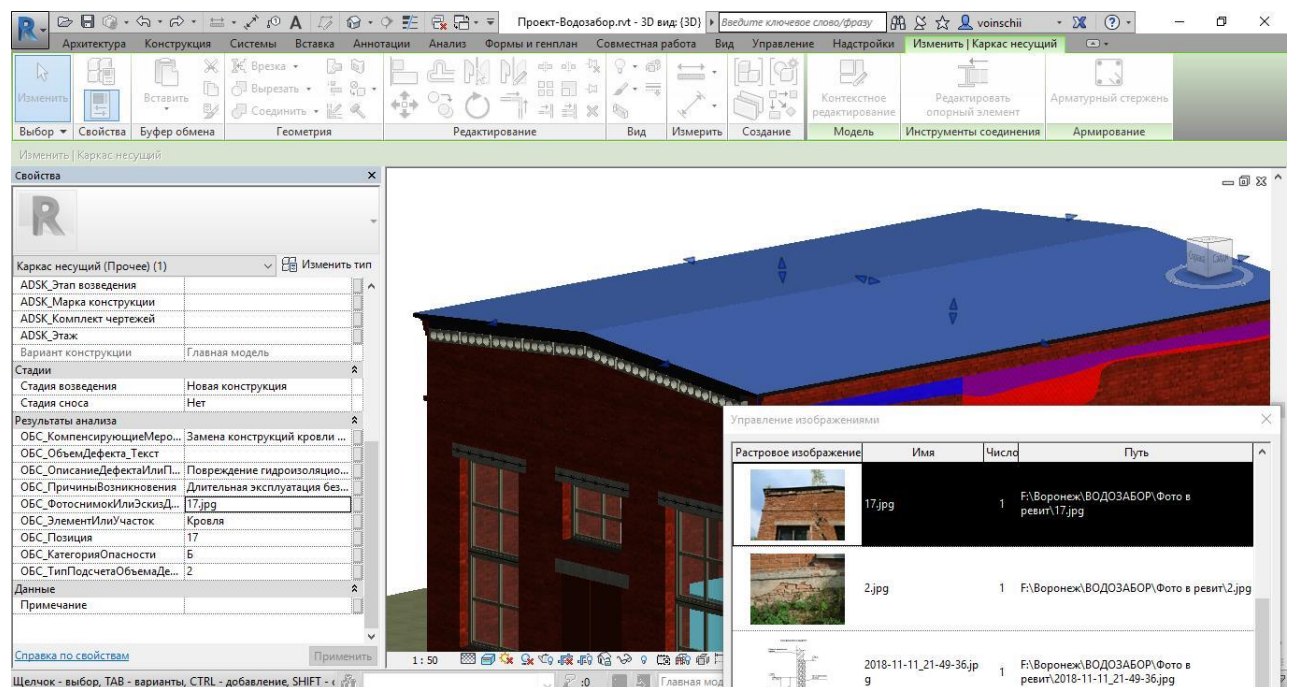


Рис. 3. Схема работы с информационной моделью, внесение параметров дефекта гидроизоляции кровли

На основе внесенных по результатам обследования данных формируются ведомости дефектов с возможной сортировкой по типу, объемам и опасности дефектов (рис. 4).

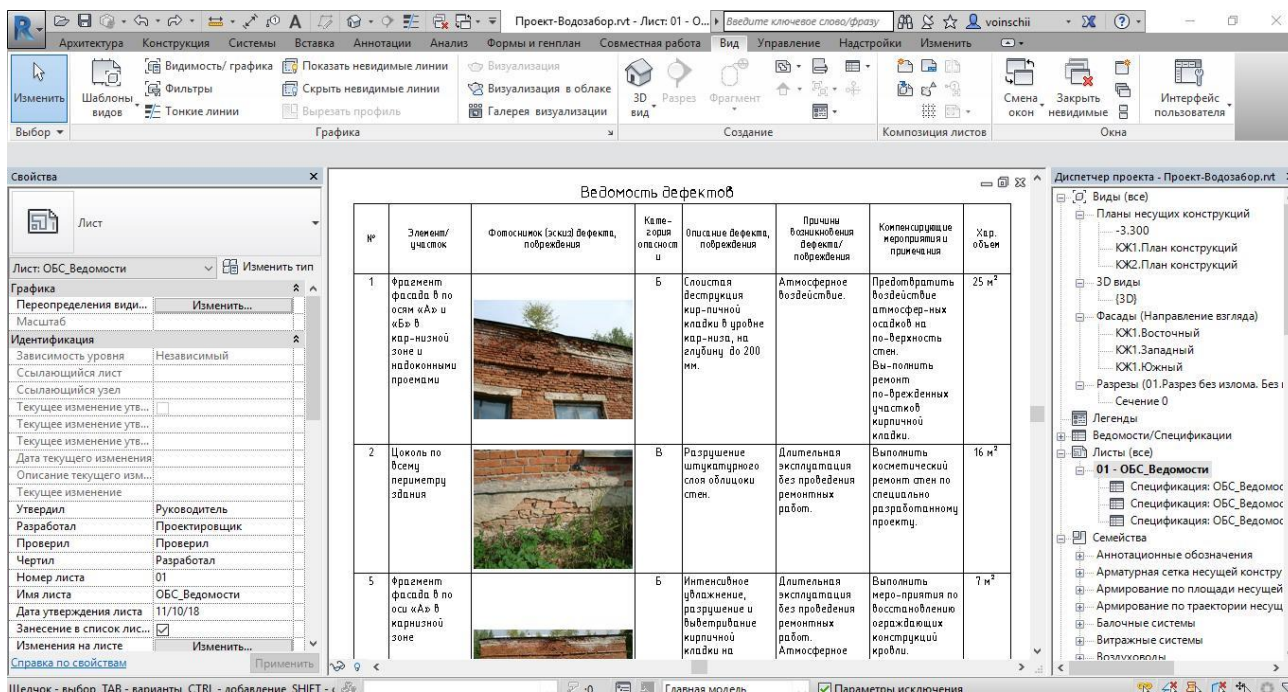


Рис. 4. Схема работы с информационной моделью, сформированная ведомость дефектов

В результате проведенной работы:

– установлено отсутствие инструментов редактирования информационной модели здания на этапе эксплуатации по данным осмотров и обследований конструкций;

– предложен шаблон, реализованный инструментом "Модель в контексте", позволяющий вносить повреждения и дефекты зданий и сооружений по результатам осмотров и обследований, шаблон содержит набор характерных дефектов с классификацией по уровню повреждения, опасности дефекта и основных параметров (объема и степени повреждения, данных фотофиксации) в виде загружаемых семейств, контекстных моделей, файла общих параметров, набора материалов, проработанных подкатегорий. Все семейства, подкатегории, материалы и общие параметры имеют префикс "ОБСЛ_", для удобства применения и сортировки. В шаблоне разработаны ведомости для автоматического подсчета типа и объема дефектов;

– дальнейшее развитие библиотеки дефектов связано с интеграцией параметров дефектов с действующими нормативными документами, определением по исходным параметрам физического износа как элементов, так и всего здания в целом.

Библиографический список

1. Ожигин Д. Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства // САПР и Графика. – 2016. – № 2. – С. 6-16.

Научное издание

ВІМ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ. СТРОИТЕЛЬСТВО. ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Материалы Всероссийского форума
(г. Воронеж, 15 ноября 2018 г.)

Ответственный редактор
Д.К. Проскурин

Компьютерная верстка
Т.В. Вострикова

Подписано в печать 15 ноября 2018г.
Объем данных 4,1 Мб.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14