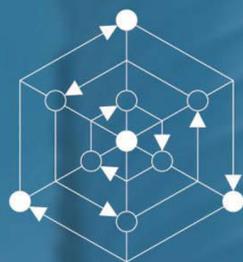




НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



**СИСТЕМОТЕХНИКА
СТРОИТЕЛЬСТВА**
научная школа России



СЕМИНАР СИСТЕМОТЕХНИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

Москва 14–16 ноября 2018 г.

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

ISBN 978-5-7264-1905-3

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018



УДК 007:69 (083)
ББК 32.81:38
С40

С40 Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы [Электронный ресурс] : сборник материалов семинара, проводимого в рамках VI Международной научной конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании» (г. Москва, 14–16 ноября 2018 г.) / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. — Электрон. дан. и прогр. (7 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2018. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-1905-3

В настоящий сборник вошли доклады участников семинара «Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы», проводимого в рамках VI Международной научной конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании».

Для научных работников и специалистов строительной отрасли.

Научное электронное издание

Ответственные за выпуск: *А.О. Адамцевич, Т.Н. Кисель, П.Б. Каган*

*Материалы публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных докладов несут ответственность
за достоверность приведённых в них сведений.*

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2018

Ответственные за выпуск: *А.О. Адамцевич, Т.Н. Кисель, П.Б. Каган*

Управление научной политики.

Сайт: <http://mgsu.ru/>

<http://ipicse2018.org/>

http://mgsu.ru/science/Nauchniye_meropr/

Тел.: 7 (495) 287-49-14, вн. 1343; 2673.

E-mail: AdamtsevichAO@mgsu.ru, SilantievaTN@mgsu.ru

Компьютерная верстка: *В.С. Евстратов*

Для создания электронного издания использовано:

Microsoft Word 2010. Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 19.10.2018 г. Объем данных 7 Мб.

Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.

Тел.: (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.

E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

Семинар организован ведущей научной школой Российской Федерации¹
ТЕОРИЯ И АНАЛИЗ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
(СИСТЕМОТЕХНИКА СТРОИТЕЛЬСТВА)

Научный комитет:

Председатель

Волков Андрей Анатольевич — доктор технических наук, профессор, ректор НИУ МГСУ, руководитель научной школы.

Члены научного комитета:

Гинзбург Александр Витальевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ИСТАС НИУ МГСУ;

Чулков Георгий Олегович — доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник ООО «Научно-проектный центр «Развитие города»;

Кузина Ольга Николаевна — кандидат технических наук, доцент, директор ИЭУИС НИУ МГСУ;

Каган Павел Борисович — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры ИСТАС НИУ МГСУ.

Секретарь научного комитета

Кисель Татьяна Николаевна, кандидат экономических наук, заместитель директора ИЭУИС НИУ МГСУ по научной работе.

¹ Гранты Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-6545.2014.8, 2014-2015; НШ-3492.2018.8, 2018-2019)

О РОЛИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

В.А. Абрамович¹, Н.А. Иванов²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (vivo13@mail.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (IvanovNA@mgisu.ru)

Аннотация

Строительный рынок имеет высокую конкуренцию - как среди мелкого и среднего бизнеса, так и среди крупных компаний. На настоящий момент с уверенностью можно утверждать, что практически все организации, занятые в строительной сфере, начиная с мелких фирм, сотрудники которой сидят в одной комнате, и заканчивая корпорациями со сложной, разветвлённой системой управления, используют те или иные средства автоматизации системы управления. Неотъемлемой частью любой информационной системы является её аппаратная часть, от возможностей и производительности которой во многом зависит эффективность всей автоматизированной системы управления организацией, в свою очередь, оказывающая непосредственное влияние на уровень конкурентоспособности организации. В условиях постоянного инновационного развития ИТ-отрасли важной задачей ИТ-подразделений является своевременная и обоснованная модернизация аппаратных средств, направленная на повышение эффективности труда работников аппарата управления организации. В статье обсуждаются достоинства и недостатки различных подходов к решению указанной задачи. Обосновывается важность и эффективность применения инновационных технологий при планировании развития и модернизации корпоративных информационных систем.

ВВЕДЕНИЕ

Прогресс в области применения информационных технологий при управлении организациями и предприятиями является неотъемлемой чертой развития экономики РФ в целом и строительной отрасли, в частности [1, 2, 3]. В начале 90-х годов прошлого века, когда начался бум автоматизации, многие фирмы, занятые в строительной сфере, массово переходили на цифровой документооборот. Некоторым компаниям данный шаг помог повысить конкурентоспособность за счёт повышения производительности управленческого труда. Однако ряд организаций, которые поздно начали проводить автоматизацию, потеряли часть рынка или вовсе перестали существовать.

Сейчас наученные негативным опытом конкурентов строительные организации очень внимательно следят за ИТ-рынком, проявляя постоянную заинтересованность в модернизации компьютерного парка и справедливо полагая, что скорость и степень устаревания средств аппаратной поддержки информационных технологий имеют ключевое влияние на конкурентоспособность фирм. Тут стоит отметить что выражение “модернизация компьютерного парка” устарело, потому что многие фирмы сейчас используют в качестве вычислительной техники не только персональные компьютеры, но и ноутбуки, планшеты и множество других устройств. Крупные строительные компании имеют достаточно большой штат специалистов, осуществляющих поддержку автоматизированной системы управления, разработку или доработку прикладного программного обеспечения (ППО), а так же занимаются модернизацией оборудования.

Проблема модернизации у многих организаций стоит особенно остро. В отличие от ситуации 10-20 летней давности, когда основным вычислительным устройством выступал персональный компьютер, сейчас имеется огромное количество разных типов устройств, которые могут использоваться сотрудниками для автоматизированного решения задач управле-

ния производством. Зачастую количество вычислительных устройств, которые вынужден использовать сотрудник для эффективного выполнения своих обязанностей, не ограничивается одним. Многообразие аппаратных платформ сопровождается расширением числа операционных систем (ОС), под управлением которых работает оборудование. ОС семейства Windows NT, многочисленные дистрибутивы ОС Linux, Android, Mac OS – вот не полный перечень того, что можно встретить на компьютерах, планшетах, смартфонах сотрудников строительных компаний [4].

Разнообразие ОС создает основную проблему модернизации: несовместимость платформ приводит к дополнительным расходам на разработку необходимого ППО под новую платформу или на не менее дорогостоящий перенос уже существующего ППО на другую платформу. Известны ситуации, когда компании тратили серьезные деньги на то, чтобы перенести на ОС Android или Mac OS программное обеспечение, разработанное многие годы назад и позволяющее решать рутинные тривиальные задачи. В тех случаях, когда строительная компания использует бесплатное программное обеспечение и не может позволить себе его адаптацию под другую ОС, на выбор аппаратной части вычислительной системы накладываются серьезные ограничения [5].

Каждая строительная фирма, решая задачу по модернизации, сталкивается с широким кругом различных проблем. К таким проблемам, в частности, относится необходимость снижения суммарной стоимости одного рабочего места, оснащенного вычислительной техникой [6]. Еще одной проблемой является необходимость разработки ППО для нескольких различных операционных систем в фирмах, которые одновременно предоставляют своим сотрудникам для работы стационарные компьютеры и планшеты. Среди проблем, стоящих перед организацией, существует проблема ограничений на передачу данных между различными устройствами, возникающая при взаимодействии отдельных сотрудников и при обмене информацией между несколькими организациями, участвующими в процессе возведения строительного объекта.

Нужно иметь в виду, что мелкие и средние строительные организации, имеющие небольшой штат, могут позволить себе при необходимости достаточно часто модернизировать оборудование. При небольшом числе устройств затраты на модернизацию в таких организациях не столь высоки и окупаются они за счет повышения производительности труда сотрудников весьма быстро. Крупные фирмы не могут себе такого позволить, потому что на переоборудование и модернизацию рабочих мест выделяются большие бюджеты и период окупаемости процесса модернизации может составлять несколько лет. Поэтому крупные фирмы нуждаются в исследовании инноваций и технологий, которые появятся на рынке в ближайшем будущем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В свете конкурентной борьбы модернизация компьютерного парка может увеличить производительность труда работников ключевых подразделений, в которых решается большая часть трудоемких задач, что в конечном итоге повысит конкурентоспособность фирмы.

Рассмотрим последовательность действий, направленных на проведение модернизации средств вычислительной техники с целью повышения эффективности труда работников аппарата управления. Условно весь процесс можно разделить на три основных этапа.

На первом этапе требуется определить, в каких подразделениях и в каком объеме потребуется произвести модернизацию. Решение на этом этапе принимается на основании анализа результатов деятельности в текущих условиях с учетом прогноза развития организации, а так же исходя из опыта других фирм. На этом этапе рекомендуется провести опрос работников о том, с какими устройствами они хотели бы работать, и определить потребность в дополнительных устройствах. Это очень важный этап, поскольку никто другой кроме самих пользователи не сможет дать подробную информацию о решаемых задачах и наиболее удобных инструментах для их решения. Если пренебречь данным этапом, то период адаптации

работников может быть крайне продолжительным, и в худшем случае вовсе привести к убытку от модернизации.

На втором этапе стоит проанализировать существующие и инновационные технологии, которые малоизвестны или даже не производятся в массовых объемах, возможно, существуя в виде прототипов. На этом этапе целесообразно ознакомиться с опытом модернизации отечественных компаний не только строительной сферы, но и других отраслей экономики, с целью изучения дополнительных технологий, которые встраивались в систему во время модернизации. Немаловажно изучить проблемы, с которыми сталкивались различные фирмы при модернизации.

На третьем этапе проводится настройка оборудования на каждом рабочем месте, поскольку в большинстве случаев закупается не специализированное оборудование, а универсальное, которое требует дополнительного уточнения характеристик и режимов работы. Так же производится адаптация ППО своими силами или силами специализированной ИТ-компании, которая сопровождает программные средства. Затем, при необходимости, проводится обучение работников предприятия. Грамотно и мотивированно построенный процесс обучения или адаптации работников к работе на новом оборудовании приведет к очень короткому адаптационному периоду и быстрому увеличению работоспособности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среднестатистическая средняя строительная компания имеет около 100 человек в аппарате управления и разветвленную линейно-функциональную систему управления [7]. Рассмотрим пример реализации предложенного подхода на примере подобной организации. Как правило, в такой компании уже существует развитая автоматизированная система управления, техническая составляющая которой представлена различными аппаратными средствами: ПК, ноутбуки, планшеты. Анкетирование сотрудников одной из таких компаний показало, что сотрудники с удовольствием бы работали на стационарном, полностью оборудованном рабочем месте и использовали в своей деятельности мощные мобильные устройства.

На данный момент есть три возможных варианта решения проблемы модернизации технического обеспечения АСУ данной организации.

Первый. Классический вариант, когда мы запрашиваем у разработчиков используемого ППО рекомендуемые характеристики оборудования для обеспечения эффективной работы программных средств, и на основе этого проводим модернизацию компьютеров путём замены или добавления компонентов в систему с целью увеличения её производительности. В этом случае так же возможна замена периферии по требованию специалиста, если в этом есть острая необходимость у узконаправленных работников, которые выполняют особые задачи и работают в специальных программах. Так же в случаях, когда работники выезжают на объекты или им требуется мобильное рабочее место на объектах или на переговорах, они обеспечиваются мобильными устройствами, такими как ноутбуки и планшеты.

Минусы:

- очень высокие издержки, так как оборудование, выводимое из эксплуатации, просто утилизируется;
- незначительное увеличение производительности труда;
- адаптация сотрудников к работе с новыми мобильными устройствами и ПО установленным на них.
- высокие расходы на приобретения дополнительного программного обеспечения для мобильных устройств.

Плюсы:

- сотрудников не нужно обучать работе на модернизированных стационарных рабочих местах.
- короткое время проведения модернизации.

Второй. Переход на облачные технологии. В этом случае предлагается работать на существующем компьютерном оборудовании, но использовать для хранения не собственный центральный сервер, который находится в офисе, а выделенный арендованный в центре обработки данных (ЦОД). В этом случае обработка проектов и работа с ними тоже производится удалённо на арендованных высокопроизводительных, централизованных выделенных мощностях Microsoft Azure. Стоимость серверов для хранения данных подобной фирмы будет составлять в среднем 150 тыс. рублей при аренде серверов в Москве [8]. Вычислительные мощности при этом нужно будет оплачивать отдельно исходя из требуемых ресурсов сервиса Microsoft Azure. Их стоимость будет переменной, в среднем она будет составлять около 50 тыс. рублей в месяц [9]. В результате данных нововведений сотрудники будут иметь доступ к своим рабочим местам и данным из любой точки мира.

Одной из двух главных проблем данного метода является человеческая психология. Согласно нашим опросам, очень многие специалисты обеспокоены проблемой безопасности данных, «которые хранятся и обрабатываются не у них, а неизвестно где». Такие сотрудники решительно против перехода на данную систему, опасаясь потерять свою интеллектуальную собственность.

Второй проблемой является требование стабильного, высокоскоростного интернет-соединения. Если данную проблему легко решить в центральном офисе, где работает основное количество сотрудников, то с мобильными устройствами могут возникнуть трудности. Так же модернизация сетевого оборудования, нагрузка на которое увеличится в сотни раз, потребует дополнительных вложений. Не стоит забывать о том, что «бутылочным горлышком» может стать выделенная линия интернет-провайдера, которая может сильно ограничить пропускную способность каналов связи. В ряде случаев могут потребоваться дополнительные переговоры с провайдером и заключение контракта на особых условиях с выделением высокопроизводительной выделенной линии.

Минусы:

Высокая стоимость модернизации сетевой инфраструктуры офиса.

Требование высококачественного интернет соединения.

Постоянный контроль за конфиденциальностью передачи данных.

Негативный настрой сотрудников.

Плюсы:

Неограниченная вычислительная мощность

Доступ к данным из любой точки мира.

Отсутствует привязка к конкретному рабочему месту.

Почти не требуется адаптация работников.

Третий. Использование перспективных разработок. В настоящее время каждый день появляется огромное количество технологий. Многие из них разрабатываются специально для предприятий и улучшения их производительности, а так же решения остро стоящих проблем. Одной из таких технологий является Intel Compute Card (рис. 1).



Рис. 1. Внешний дизайн и размеры Intel Compute Card

Intel Compute Card содержит в себе все элементы полноценного компьютера, включая систему на кристалле Intel, память, систему хранения данных, модули беспроводной передачи, а также гибкие возможности ввода/вывода, что позволяет производителям оптимизировать

платформу под конкретные задачи. На её базе можно создавать самые различные решения, начиная с интерактивных холодильников и информационных киосков и заканчивая камерами безопасности и IoT шлюзами. Производителям достаточно предусмотреть стандартный слот для подключения Intel Compute Card в своих устройствах и затем воспользоваться наиболее подходящим модулем Intel Compute Card, который бы удовлетворял требованиям пользователя в отношении производительности и цены. Всё это позволяет сэкономить время и ресурсы, необходимые для проектирования и валидации вычислительных блоков, а также способствует ускорению инноваций, позволяя использовать потенциал вычислений в ещё более широком спектре устройств [10].

На данный момент есть 3 модели Intel Compute Card [11], которые отличаются только техническими характеристиками (табл. 1):

Табл. 1. Модели Intel Compute Card

	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
процессор	Intel® Celeron® N3450 1.1 GHz up to 2.2 GHz	Intel® Core™ m3-7Y30 1.0 GHz up to 2.6 GHz	Intel® Core™ i5-7Y5 1.2 GHz up to 3.3 GHz
графика	Intel® HD Graphics 500, 200 MHz up to 700 MHz	Intel® HD Graphics 505, 200 MHz up to 750 MHz	Intel® HD Graphics 630, 300 MHz up to 950 MHz
оперативная память	LPDDR3 до 4 гигабайт 1866 MHz		
дисковая подсистема	SSD от 64 до 128 GB		

Данная технология была показана на серии закрытых показов в 2017 году и вызвала большой интерес со стороны интеграторов по всему миру. В начале года был показан сам вычислительный элемент, а позднее 3D модели будущих док-станций. Стоит отметить, что информация о подробных характеристиках док-станций сейчас является закрытой и доступна только узкому кругу лиц. Что касается вычислительного элемента, то все характеристики находятся в свободном доступе, как для конечных пользователей, так и для компаний-производителей, желающих разрабатывать устройства на основе Compute Card. В начале 2018 прошла одна из крупнейших выставок передовых компьютерных технологий Computex, на которой впервые публично были представлены образцы промышленные образцы док-станций. Планируемая рыночная цена продукта – примерно 500\$. В настоящее время партнёры Intel работают над созданием решений, которые позволят использовать преимущества упрощённого дизайна, удобного обслуживания и возможности модернизации силами конечных пользователей.

Уже существует большой спектр прототипов разных типов док-станций [12]. На рисунках 2-4 представлены наиболее интересные из них.



Рис. 2. Док-станция Intel® Compute Card Dock DK132EPJ и её основные характеристики

	<p> Диагональ: 27'' Разрешение 2560x1440 Соотношение сторон 16:9 Яркость 250 cd/m Контраст 1000:1 Время отклика 14 мс Угол обзора 89 градусов </p>
---	--

Рис. 3. Прототип монитора с IoT шлюзом и его основные характеристики



Рис. 4. Планшет типа Yoga с IoT шлюзом

Минусы:

Технология не является конвейерной и заказ потребует ждать некоторое время.

Ассортимент док-станций, доступных для покупки, не очень велик.

Возможны “детские болезни” первых образцов.

Плюсы:

Минимальные временные и материальные затраты на адаптацию сотрудников к новой технологии.

Не требуется адаптация программного обеспечения к новой аппаратной платформе.

Решена проблема синхронизации устройств и передачи данных между ними.

Модернизация на основе рассмотренной технологии имеет серьезные конкурентные преимущества и открывает возможности решить такие серьезные проблемы как:

- 1) Обеспечение совместимости ПО на различных устройствах.
- 2) Снятие требования покупки большого числа лицензий на ПО для разных устройств одного пользователя.
- 3) Снижение издержек модернизации, связанных с утилизацией старого оборудования, так как большую его часть можно использовать и в новых системах.

ВЫВОДЫ

Актуальность данной технологии повышает тот факт, что все устройства работают под управлением распространенных ОС Windows или ОС Linux, что фактически полностью исключает процесс адаптации. На практике этот процесс сводится только к тому, чтобы показать, как нужно устанавливать производительную часть в док-станцию.

Если воспользоваться имеющейся информацией о ценах, то можно с уверенностью сказать что общая стоимость обеспечения использования одним сотрудником технологии Intel® Compute Card будет гораздо ниже, чем затраты при двух рассмотренных ранее вариантах модернизации. Важно отметить, что для экономии ресурсов модернизацию на основе данной технологии можно проводить для тех сотрудников, которым требуется два рабочих места: стационарное в офисе и мобильное рабочее место.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кириш С.* Автоматизация бизнеса: взгляд собственника // Интернет-журнал «Генеральный директор». 2017. №12. Режим доступа: <https://e.gd.ru/article.aspx?aid=604811>. Дата обращения: 23.08.18.
2. Четыре примера, как малый бизнес сокращает затраты с помощью ИТ.// Интернет-журнал «Генеральный директор». 2015. №12. Режим доступа: <https://e.gd.ru/article.aspx?aid=428381>. Дата обращения: 23.08.18.
3. *Осташко О.Ю.* Информационные технологии в управлении конкурентоспособностью современного предприятия // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2016. №7 (189). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-tehnologii-v-upravlenii-konkurentosposobnostyu-sovremenno-go-predpriyatiya>. Дата обращения: 23.08.2018.
4. *Таненбаум Э., Бос Х.* Современные операционные системы. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2015. — 1120 с.: ил. — (Серия «Классика computer science»).
5. *Карпов В., Лобанов А.* Кризис программного жанра // Интернет-журнал «За Науку». 2011. №12. Режим доступа: https://mipt.ru/za-nauku/hardcopies/2011m/magazine/karpov_lobanov.php. Дата обращения: 23.08.18.
6. *Карпычев В.Ю.* Управление совокупной стоимостью владения информационной системой: современное состояние и перспективы // Экономический анализ. 2015. № 8(407). С. 25—37.
7. *Левина С., Лыткина Ю.* Оптимальная численность сотрудников аппарата управления // Кадровик. Кадровый менеджмент, 2007. № 10. 13 с.
8. URL: <https://ttower.ru/oblastniye-reshenia/arenda-virtualnogo-servera/> РАСЧЕТ СТОИМОСТИ АРЕНДЫ СЕРВЕРА ХРАНЕНИЯ.
9. URL: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/pricing/calculator/> РАСЧЕТ СТОИМОСТИ АРЕНДЫ СЕРВЕРА ВЫЧИСЛЕНИЯ.
10. *Ian Cutress:* ECS with Intel Compute Card: What Happened to Intel's Compute Card? For anandtech.com. URL: <https://www.anandtech.com/show/12986/ecs-with-intel-compute-card-what-happened-to-intels-compute-card>.
11. Характеристики карт <https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/products/boards-kits/compute-card.html>
12. *Andrew E. Freedman* Here's What Intel's Compute Card Can Do. For *Toms guide* URL: <https://www.tomsguide.com/us/intel-compute-card-release-date-uses,news-25210.html>.

СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЖБИ: ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КАРБОНАТА ЛИТИЯ

А.О. Адамцевич¹, И.В. Блинов²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26 (AdamtsevichAO@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26 (Blinoff96@yandex.ru)

Аннотация

Актуальной задачей повышения эффективности производства железобетонных изделий является снижение энергоемкости технологического процесса, которое может быть достигнуто, в первую очередь, за счет сокращения энергозатрат на тепловую обработку продукции. Решение данной задачи требует выработки системного организационно-технического подхода, затрагивающего вопросы оптимизации составов используемых бетонных смесей, а также технологии производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций для промышленного и гражданского строительства в заводских условиях. В настоящей работе представлены результаты проведенного этапа исследования, направленного на изучение степени влияния монофункциональной добавки-ускорителя карбоната лития (Li_2CO_3) на скорость гидратации портландцемента и получаемого на его основе композита в условиях повышенной температуры (80 °С). В ходе исследования получены экзотермические кривые тепловыделения при гидратации образцов на базе цементного вяжущего с использованием метода изотермической калориметрии.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития человеческого общества все более актуальными становятся задачи повышения производительности труда, оптимизации затрат, а также улучшения экологичности и снижения объемов вредных выбросов во всех сферах промышленного производства. Все эти задачи особенно актуальны в сфере производства строительных материалов для промышленного и гражданского строительства – наиболее ресурсоемкой отрасли человеческого производства.

На заводах по производству сборных железобетонных конструкций и бетонных изделий, во всех развитых странах мира все более актуальным становится вопрос повышения энергоэффективности технологического процесса и снижения энергетических затрат, требуемых для производства единицы продукции. Оптимизация составов бетонных смесей и введение в их состав различных модифицирующих добавок обеспечивает ускорение набора бетоном прочности, что позволяет экономить энергоресурсы на стадии тепловой обработки при сохранении оборачиваемости форм [1, 2]. Этот же подход позволяет увеличивать оборачиваемость форм при сохранении заданных значений энергозатрат на тепловую обработку производимых изделий. Таким образом, любая из указанных мер обеспечивает снижение энергоемкости выпуска единицы продукции и сокращает объемы выбросов CO_2 в атмосферу.

В проведенных ранее исследованиях установлено [3], что добавка карбоната лития увеличивает интенсивность экзотермической реакции гидратации отдельных образцов портландцемента не только при нормальной и пониженной температуре, но также и при более высокой температуре, соответствующей условиям теплообработки при производстве железобетонных изделий в заводских условиях.

В связи с этим, целью настоящей работы стало дополнительное изучение синергетического потенциала использования этой добавки в качестве ускорителя для композитных систем на цементной основе, твердеющих в режиме тепло-влажностной обработки, применяемой на современных заводах ЖБИ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все исследования в настоящей работе проводились на образцах цемента СЕМ I 42,5N. Изучение влияния добавки на скорость упрочнения бетона проводилось в интервале 0...10 часов твердения путем анализа тепловыделения гидратации цемента, а также стандартными методом определения предела прочности при сжатии контрольных образцов по ГОСТ 30744.

Измерение тепловыделения гидратации образцов цементной пасты осуществлялось с использованием изотермического калориметра TAM AIR при температуре термостата 80 °С. Образцы цементной пасты с водоцементным отношением 0,5 погружались в каналы калориметра в стеклянных ампулах на 20 мл.

Определение прочностных характеристик образцов выполнялось с использованием многоканального сервогидравлического пресса Controls Advantest-9. Образцы испытывались каждый час в промежутке от 3 до 10 часов твердения включительно.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Графики теплового потока и интегральные графики суммарной тепловой энергии образцов, исследуемых при помощи метода изотермической калориметрии, представлены на рис. 1 и рис. 2.

В табл. 1 представлены средние значения прочности испытанных контрольных образцов в различные моменты времени. На рис. 3 представлена графическая форма кривой набора прочности исследуемых образцов, которая может быть сопоставлена с интегральной формой графика тепловыделения [4, 5].

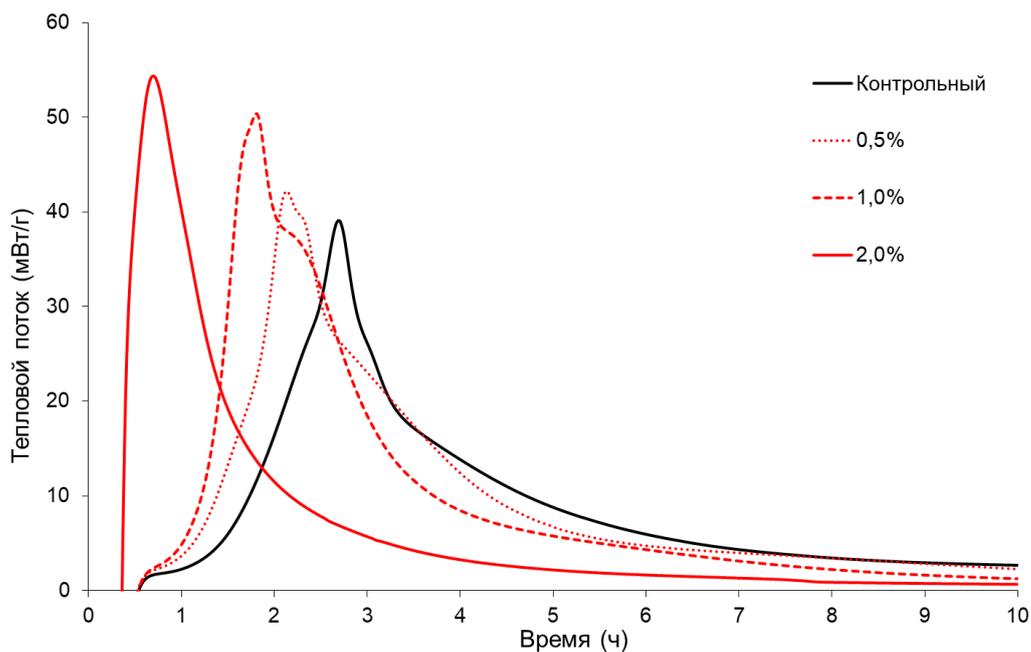


Рис. 1. Тепловыделение гидратации

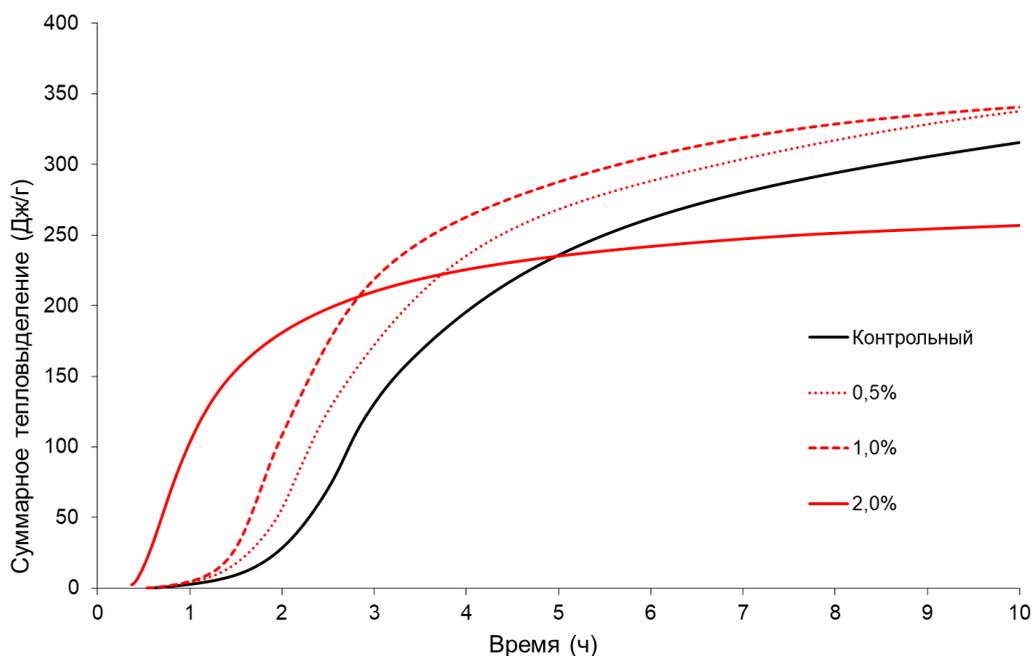


Рис. 2. Интегральные графики тепловой энергии гидратации

Табл. 1. Средние значения прочности при сжатии

Время, часы	Прочность при сжатии, МПа			
	Контрольный	0,5%	1,0%	2,0%
3	9,16	9,68	13,93	13,70
4	15,23	16,53	16,68	14,95
5	19,40	20,81	20,25	15,03
6	23,07	22,41	25,46	16,25
7	25,64	24,77	26,99	16,55
8	27,57	26,84	29,53	17,46
9	31,37	28,59	31,77	17,17
10	31,89	29,35	32,22	16,40

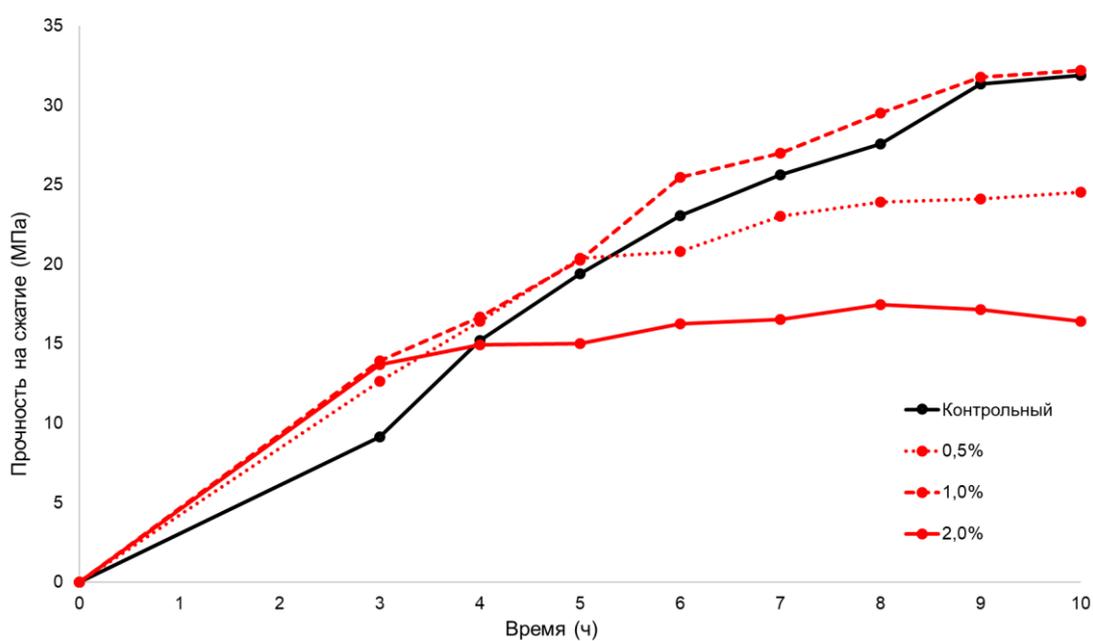


Рис. 3. Графики набора прочности

ВЫВОДЫ

Анализ данных калориметрии показывает, что для образцов, выдерживаемых при повышенной температуре (80°C), введение в состав смеси добавки карбоната лития приводит к сокращению индукционного периода процесса гидратации, а также увеличению интенсивности и смещению максимальных пиков тепловыделения на более ранние стадии (рис. 1). При этом данный эффект возрастает пропорционально росту дозировки вводимой добавки, что приводит фактически к полному отсутствию индукционного периода при дозировке добавки 2 %.

В то же время введение ускорителя позволяет достичь заметного прироста ранней прочности лишь в первые 3-4 часа (рис. 3) после начала выдерживания образцов, что также хорошо согласуется с графиками суммарной тепловой энергии гидратации образцов (рис. 2). На более поздних сроках твердения образцы с добавкой в большинстве случаев набирали прочность медленнее, чем контрольный образец, либо не позволяли сделать вывод о достаточной степени оправданности введения добавки для сокращения сроков тепловой обработки бетона при производстве железобетонных изделий в заводских условиях. Так, наиболее эффективной дозировкой добавки в диапазоне 4-10 часов оказалась дозировка 1,0 % по массе от цемента, однако средние значения прочности образцов с указанной дозировкой добавки лишь незначительно превышали аналогичные значения для контрольного образца.

Таким образом, в результате выполнения настоящего этапа исследования установлено, что введение в состав бетонной смеси на базе портландцемента СЕМ I 42,5N добавки Li_2CO_3 в чистом виде в дозировке от 0,5 % до 2,0 % не позволяет добиться требуемого сокращения сроков набора бетоном распалубочной прочности в условиях его выдерживания при температуре 80 °C без использования дополнительных мер.

В рамках дальнейших исследований планируется обеспечить развитие системотехнического подхода к оптимизации организационно-технических решений, используемых в производственном процессе изготовления железобетонных изделий в заводских условиях. С точки зрения оптимизации технических материаловедческих решений это потребует, в том числе, анализа эффективности работы добавки в составе бетонной смеси совместно с пластифицирующими и поверхностно-активными добавками.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Cheung, and others, *Cem. Concr. Res.*, *Impact of admixtures on the hydration kinetics of Portland cement*, 41-12, 1289-1309 (2011).
2. I. Pane, W. Hansen, *Cem. Concr. Res.*, *Investigation of blended cement hydration by isothermal calorimetry and thermal analysis*, 35-6, 1155-1164 (2005).
3. А.О. Adamtsevich, L. Shilova, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ*, *The regulation of hardening kinetics of building composites based on cement binders*, Sci. 90 012152 (2017).
4. Адамцевич А.О., Пашкевич С.А., Пустовгар А.П. Использование калориметрии для прогнозирования роста прочности цементных систем ускоренного твердения // Инженерно-строительный журнал. 2013. №3(38). С. 36–42.
5. A. Adamtsevich and A. Pustovgar, "Effect of Modifying Admixtures on the Cement System Hydration Kinetics", *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 725-726, pp. 487-492, 2015.

РЕШЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В REVIT

П.Д. Челышков¹, П.А. Бражников²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (chelyshkovpd@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (braznikovpa@mgsu.ru)

Аннотация

В данной статье рассматриваются возможности проектирования инженерных систем зданий с применением средств информационного моделирования. В частности, рассматриваются аспекты процесса проектирования систем электроснабжения и электроосвещения зданий.

В работе предлагаются концептуальные решения проблем проектирования сетей электроснабжения и электроосвещения путем использования баз данных электротехнического оборудования, при использовании стандартных библиотек программного комплекса информационного моделирования Revit и импортированных BIM-семейств на основе зарубежных стандартов. Также рассматриваются решение проблем формирования проектной документации согласно нормативно-техническим документам в Российской Федерации.

Это обуславливается тем, что большинство организаций, вовлеченных в процесс проектирования, использует Revit, как основную программу для информационного моделирования. Отсюда предполагается развитие возможности программы в узконаправленные части инженерных разделов, чтобы сформировать единую форму коллективной работы в организации.

ВВЕДЕНИЕ

На текущий момент востребованность использования технологий информационного моделирования в строительной области достаточно велика. Эта технология позволяет создавать информационные модели объектов, что устраняет или существенно сокращает наличие ошибок при проектировании, а затем и в процессе строительства. Кроме того, при грамотном использовании программ информационного моделирования сокращается временно-трудовой ресурс, затрачиваемый на различных этапах жизненного цикла объекта.

Также стоит отметить, что на территории Российской Федерации информационное моделирование становится основным стратегически важным направлением в развитии строительной области, это подтверждается даже на государственном уровне. Согласно поручению президента Российской Федерации от 19.07.18 Пр-1235, в срок до 1 июля 2019 года все компании, связанные со строительной областью, должны перейти на технологии информационного моделирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Учитывая вышесказанное, достаточно остро встает вопрос об использовании технологии информационного моделирования в строительной отрасли. На сегодняшний день на рынке существует огромное количество программ информационного моделирования. Некоторые из них позволяют выполнять практически все разделы проектно-сметной документации с последующей доработкой ее в рабочую. Существуют программы, которые специализируются на какой-нибудь конкретной задаче или разделе, а также такие, в которых возможно выполнение даже небольшой части одного раздела. Однако эти продукты рассматривать не стоит, поскольку они являются решением частных задач при проектировании.

Как показывает практика, наиболее часто используемой программой информационного моделирования в строительстве является Revit. И действительно, очень многие строительные компании, перешедшие на технологию информационного моделирования, используют Revit

в качестве основной программы для разработки моделей и разных типов документации. Это связано с тем, что в данной программе возможно разработать абсолютно все разделы проектной документации по Постановлению Правительства № 87 [1], а также в дальнейшем преобразовать полученную документацию в рабочую. Кроме того, в условиях сжатых сроков у данной программы есть действенный и достаточно мощный механизм совместной работы, который позволяет работать нескольким исполнителям с одним файлом или даже участком объекта, что делает процесс проектирования эффективнее. Также стоит заметить, что Revit можно адаптировать под любые нормы и стандарты, в том числе и внутренние стандарты организации.

Поскольку рассматриваемая программа взята за основную в проектной компании и в данной статье тоже, это значит, что разработка смежных разделов, в частности инженерных сетей (сетей электроснабжения и электроосвещения), также должна быть реализована в ней. Это действительно так, однако не все внутренние механизмы адаптированы для этого. Поэтому как вариант решения данных проблем можно рассмотреть модернизацию встроенного функционала программы в части проектирования сетей электроснабжения и электроосвещения для дальнейшей самостоятельной работы в одном программном комплексе, имеющей все необходимые расчетные данные, материалы и графические формы для корректного выполнения документации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для выполнения требуемых условий необходимо разработать совокупность методов и действий для проектирования конкретного раздела, поэтому есть смысл в создании шаблона Revit, который будет выполнять все эти функции.

Для успешной реализации шаблона² необходимо разработать следующую его структуру, которая обязана дополняться, развиваться от проекта к проекту:

1. Формирование параметризованных семейств³, относящихся к оформлению итоговой документации.

- 1.1. Семейства листов.
- 1.2. Семейства марок (выносок).
- 1.3. Семейства указательных элементов (размеров, высотных отметок и т.д.).

2. Формирование основного расчетного электротехнического шаблона.

- 2.1. Формирование основных (входных) параметров.
 - 2.1.1. Рабочие напряжения.
 - 2.1.2. Используемые кабели.
 - 2.1.3. Используемые системы заземления.
 - 2.1.4. Типы питания цепи.
 - 2.1.5. Метод расчета мощности.
 - 2.1.6. Коэффициенты использования.
- 2.2. Формирование электротехнических семейств.
 - 2.2.1. Условно-графическое обозначение.
 - 2.2.2. Визуализация.
 - 2.2.3. Типоразмеры.
 - 2.2.4. Автоматизация электротехнических расчетов внутри семейств.
 - 2.2.5. Задание типа питающей цепи.
 - 2.2.6. Тип нагрузки и тип питающей системы.

2.3. Внедрение расчетных параметров в модель.

² Шаблон – в данном случае совокупность элементов и их связей для автоматизации какого-либо процесса проектирования.

³ Семейства – элементы в Revit. Могут выражаться абсолютно всем. В программе все состоит из семейств.

- 2.3.1. Спецификации⁴ для расчета, ввода и изменения информации.
 - 2.3.1.1. Ввод данных.
 - 2.3.1.2. Выбор значений по ключевому имени⁵.
 - 2.3.1.3. Внедрение локальных расчетных параметров.
- 2.3.2. Ключевые спецификации⁶.
- 2.4. Формирование семейств электротехнических схем по расчетным параметрам.
 - 2.4.1. Табличная часть.
 - 2.4.2. Отображение РУ⁷.
 - 2.4.3. Характеристики вводных аппаратов защиты.
 - 2.4.4. Характеристики аппаратов защиты отходящих линий.

ВЫВОДЫ

Составленный по таким критериям шаблон отвечает всем необходимым нормам для проектирования сетей электроснабжения и электроосвещения в Revit. Шаблон позволяет автоматизировать процесс проектирования, а также на ранней стадии работы выявить и устранить ошибки, вызванные влиянием человеческого или какого-либо другого. В том числе, при соблюдении конкретной структуры предлагаемого решения предполагается упрощение взаимодействия со всеми участниками процесса проектирования, в виду четкой и логично построенной структуры отображения данных, а также основных элементов, используемых для разработки или координации решений, в том числе и оформительских.

Данный шаблон реализован и апробирован в условиях реального проектирования в рамках организации ООО «Системотехника Строительства». Подробное описание и разбор методов составления автоматизированного шаблона можно будет последовательно пронаблюдать в следующих публикациях авторов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства № 87 от 16 февраля 2008 года, О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию (с изменениями на 21 апреля 2018 года).
2. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.
3. Волков А. А. Кибернетика строительных систем. Киберфизические строительные системы // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 9. С. 4-7.
4. Волков А.А. Системы активной безопасности строительных объектов // Жилищное строительство. 2000. №7. С.13.
5. Волков А. А. Гомеостат в строительстве: системный подход к методологии управления // Промышленное и гражданское строительство. 200 № 6. С. 68.
6. Волков А. А. Кибернетика инженерных функциональных систем // Сб. докл. XIII Российско-польско-словацкого семинара "Теоретические основы строительства". М. : МГСУ, 2004. С. 317-322.
7. Чельшиков П.Д., Андреева А.В., Алгоритм оптимизации трудозатрат на проектирование в САПР [Текст] // Научное обозрение. – 2015. – №14.
8. Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А., Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.
9. ГОСТ Р 21.1101-2013, Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.

⁴ Спецификацией в Revit считается альтернативное отображение модели в текстовом виде.

⁵ Под ключевым именем понимается наименование чего либо, отраженное в ключевой спецификации.

⁶ Под ключевыми спецификациями понимается своеобразная база данных используемого оборудования со своими типовыми параметрами.

⁷ РУ – распределительное устройство.

10. Методические указания по электротехнике, выпуск А, Б 1994 г., «Основы электротехники и электрические машины» МИСИ им. Куйбышева.
11. ГОСТ Р 57311-2016, Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.А. Василькин

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (vasilkinaa@mgsu.ru)*

Аннотация

В рамках парадигмы строительного гомеостата предложено применение метода управления поведением несущих строительных конструкций выполненных из стали, для получения эффективных проектных решений на концептуальном этапе проектирования. Для ускорения синтеза проектных решений используется система автоматизированного проектирования в виде разработанного вычислительного средства, которое автоматизировано синтезируют значительное количество проектных решений по формализованным условиям прочностных требований к объекту. В дальнейшем пользователь сравнивает варианты решений по критерию эффективности и отбирает лучшие варианты. В основу синтеза положены подходы параметрического синтеза, когда выделяются ключевые параметры конструкции, устанавливается диапазон из изменения и далее идет проработка вариантов методом последовательного перебора.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных этапов жизненного цикла конструкции, на котором закладывается большинство функциональных и потребительских характеристик, является этап проектирования, обеспечивающий надежную и долговечную эксплуатацию объекта строительства. Кроме этого, к строящимся объектам предъявляется еще одно важное требование, а именно экономическая эффективность [1].

Как известно, экономичность объекта проектирования состоит из нескольких составляющих [2]. В отличие от прочностных требований, однозначно регламентируемых нормами проектирования, обеспечение экономической эффективности объекта проектирования на протяжении жизненного цикла конструкции является сложной задачей, поскольку она является функцией нескольких аргументов: стоимости материала, стоимости изготовления, стоимости монтажа, стоимости эксплуатации. Из приведенных аргументов хорошо коррелируется с прочностью только первая составляющая, стоимостные показатели более высокого порядка сложнее учесть на этапе проектирования, поскольку они не имеют линейной зависимости от несущей способности конструкции, и зависят от множества сложноформализуемых условий.

Таким образом, для обеспечения экономической эффективности строительного сооружения необходимо выполнить поиск эффективных проектных решений, в результате реализации которых сооружение будет наиболее экономичным не только на этапе монтажа, но и на всем протяжении жизненного цикла сооружения.

Для проведения точного технико-экономического сравнения вариантов необходимо хотя бы концептуально разработать проект, запроектировать основные несущие конструкции, объемно-планировочные решения и определить сметную стоимость строительства. Для выполнения этой работы и анализа сколько-нибудь значительного количества проектных решений необходимы существенные ресурсы.

Традиционный метод проектирования стальных конструкций заключается в принятии некой расчетной схемы в качестве исходной и проверке ее надежности согласно действующих норм. Эффективность предлагаемых проектных решений при проектировании зависит от опыта, квалификации и таланта инженера. Для того, чтобы рассмотреть несколько вариантов конструкции объекта проектирования предложено использовать методику вариантного

проектирования [2, 3], когда инженер предлагает (синтезирует) несколько вариантов конструкции, объёмно-планировочных решений, расчётных схем, компоновки, и сравнивает их на основе какого-либо критерия.

Как правило, при решении указанной задачи широко использовались типовые проекты. Такие инструменты как типизация и унификация элементов, конструкций и сооружений естественно и вытекают из сравнения вариантов, когда отраслевые проектные институты имели возможность сравнивать и анализировать влияние разных конструктивных параметров сооружения на экономическую эффективность и стоимость сооружения в течении длительного времени.

В настоящее время с учетом конкурентных рыночных условий, когда необходимо выполнять поиск эффективных проектных решений в возможно более короткие сроки с минимальными затратами трудовых ресурсов, необходимо внедрение новых подходов и способов проектирования, что является весьма актуальной научно-технической задачей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ системы проектирования стальных конструкций показывает, что указанную задачу можно решить путем применения систем автоматизированного проектирования (САПР). Для этого необходимо разработать соответствующую методологию, включая выбор проектных процедур, формализацию процесса проектирования, выбор методов и средств САПР.

Для оценки влияния проектных решений на общую и окончательную стоимость объекта целесообразно применение аппарата управления поведением несущих строительных конструкций, что является одним из аспектов «интеллектуальных» конструкций с интегрированной системой автоматического управления устойчивостью объекта [4], одного из направлений парадигмы строительного гомеостата [5].

Управление поведением несущих стальных конструкций достигается целенаправленным влиянием на свойства конструкции, путем изменения его напряженно-деформированного состояния (НДС).

Регулирование НДС понимается как поиск эффективного решения, не оптимального с точки зрения теории оптимизации, когда за счет меньшей точности постановки задачи достигается упрощение и становится возможной формализация факторов проектирования, что делает метод управления поведением строительных конструкций инженерным методом получения близких к оптимальным (эффективным) проектным решениям.

Управляемая механическая система характеризуется наличием поставленной инженером цели и выделения параметров, меняя которые в пределах некоторого диапазона эти цели достигаются [6]. Рассматривая систему проектирования с позиций системного подхода необходимо выявить как изменение всех параметров влияет на целевую функцию – то качество или свойство, которое мы хотим улучшить или минимизировать.

Варьируемые параметры Н.П. Абовский называет регуляторами [6], поскольку при их изменении осуществляют регулирование напряженно-деформированного состояния конструкции.

При проектировании строительных конструкций мы встречаемся с противоречивыми требованиями, когда объект проектирования должен быть максимально надежным, т.е. обладать большим сечением и соответственно максимальной металлоемкостью и при этом быть максимально экономичным. Соответственно мы можем изменять один параметр, фиксируя другой (прочность и экономичность). Т.е. получим максимально надежную конструкцию из вариантов с фиксированной стоимостью, или получим систему с требуемой надежностью, но самую дешевую, экономичную. В отечественной практике проектирования сложился подход, когда конструкция должна обладать требуемой надежностью – минимально допустимой нормами и при этом стать возможно экономичной.

Таким образом, придерживаясь сложившейся практики проектирования изменение (вариация) параметров должна снижать стоимость конструкции, а требования прочности, устойчивости, жесткости, предельной гибкости, технологические ограничения учитываются в качестве неизменяемых параметров, т.е. ограничений. Выделение этих параметров является самостоятельной задачей и зависит от типа конструкции и еще ряда факторов.

Поиск эффективного решения можно проводить путем перебора вариантов, особенностью которого является направленный перебор, указано направление изменения параметров и диапазон их значений, при этом необходимо стремиться к автоматизации указанного перебора [7].

К сожалению, учесть все параметры проектируемых конструкций сложно, особенно учитывая развитую номенклатуру стальных конструкций, т.к. сложно выразить в виде математической записи связи между параметрами, ограничениями и целевой функцией.

Теоретически можно выявить много параметров, влияющих на НДС конструкции, однако их перебор может занять необозримое время. Поэтому особенностью разрабатываемой системы является выделение ключевых параметров, изменение которых дает максимальный эффект и их направленное регулирование в выбранном диапазоне с разумной дискретностью или частотой (например, шаг изменения высоты стропильной фермы).

Предлагаемый метод получения эффективных проектных решений будет состоять из следующих этапов.

1. На первом этапе необходимо рассмотреть изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции за счет регулирования (изменения) определенных параметров, где под параметром понимается определенная величина, характеризующие конструкцию и принимающие разные значения. Для этого предварительно необходимо выявить какие вообще параметры характеризуют конструкций, выявить более важные, оказывающее максимальное влияние на НДС при изменении, назначить их изменяемыми или варьируемыми.

2. Затем необходимо установить область допустимых значений выявленных параметров.

3. Ряд параметров (требования прочности, транспортный габарит, размеры сооружения, тип конструкции и т.д.) остается неизменным – они становятся ограничениями при проектировании.

4. Выбираем целевую функцию, которая может быть относительно простой в плане формализации – например, металлоемкость, или сложной – стоимость изготовления, монтажа и т.д.

5. Составляем аналитические зависимости изменения целевой функции от вариаций параметров в виде математических выражений.

6. Разрабатываем вычислительное средство по автоматизированному определению целевой функции и затем самостоятельно выбираем наиболее эффективное решение. Вычислительное средство реализовано в форме макросов, написанных на внутреннем языке программирования соответствующего расчетного вычислительного комплекса, в котором происходит построение математической модели исследуемого сооружения, происходит подбор и проверка сечений элементов и вычисляется значение критерия эффективности. Чаще всего в качестве него принимают металлоемкость, т.е. сравнение вариантов идет по массе конструкции.

Существующие вычислительные комплексы LIRA, SCAD и т.п. способны выполнять поверочные расчеты, проверяют условия прочности, устойчивости и иные требования норм, заложенной в них конструкции и не выполняют «самостоятельно» синтез проектного решения. Собственно синтез решений выполняется человеком, когда инженер предлагает конструкцию и проверяет ее реакцию на внешние воздействия с помощью вычислительного комплекса.

В зависимости от проектной ситуации инженер может значительно менять подходы к регулированию НДС конструкции. Во-первых, можно изменить цели проектирования, когда целью может быть повышение надежности объекта проектирования, экономичность, сроки введения в эксплуатацию. Второй аспект – это выбор регулируемых параметров. Если пользователь принимает во внимание новые параметры или меняет диапазон вариации существующих, то определение эффективности проектных решений пойдет по другому пути. Третий аспект – выбор или изменение критерия эффективности, в качестве которого можно принять стоимость изготовления, монтажа, эксплуатации конструкции сооружения.

Схематичное выражение предложенной методики представлено на рис. 1.



Рис. 1. Обобщенная схема проектирования

Применение автоматизированной системы проектирования в рамках указанной методики является экономически обоснованным, поскольку затраты на ее разработку и внедрение незначительны по сравнению с затратами на проектирование, оцениваемые в 7-10 % от сметной стоимости объекта. Регулирование напряженно-деформированного состояния в рамках автоматизированной системы управления устойчивостью объекта строительства, выполняется на концептуальном, самом первом этапе проектирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках указанной методики автором были разработаны вычислительные средства и выполнен поиск эффективных проектных решений плоских стержневых конструкций (выполнен синтез и анализ 432 проектных вариантов стропильной фермы) [8, 9], структурных плит покрытия (выполнен синтез и анализ 430 проектных вариантов) [10], одноэтажного складского здания со стальным каркасом (выполнен синтез и анализ 576 проектных вариантов) [11].

ВЫВОДЫ

На основе предложенной методики были разработаны вычислительные средства, входящие в состав информационной технологии поддержки поиска проектных решений стальных конструкций, и составляющие систему автоматизированного проектирования для решения прикладных задач. В результате использования разработанных программных средств выбран оптимальный вариант объемно-планировочных и конструктивных решений исследованных конструкций и решены следующие задачи: снижение металлоемкости и повышение экономической эффективности проектируемых конструкций, повышение производительности труда при проектировании, ускорение сроков проектирования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.В., Василькин А.А. Постановка задачи оптимального проектирования стальных конструкций // Вестник МГСУ. 2014. №6. С. 52-62.
2. Лихтарников Я.М. Вариантное проектирование и оптимизация стальных конструкций. - М.: Стройиздат. 1979. - 319 с.
3. Стрелецкий Н.С., Стрелецкий Д.Н. Проектирование и изготовление экономичных металлических конструкций. –М.: Стройиздат. – 1964. –358 с.].
4. Волков А.А. Кибернетики пришли на стройку. Российская газета – выпуск № 7442 (276).
5. Волков А.А. Гомеостат в строительстве: системный подход к методологии управления // ПГС.2003. № 6. С.64.
6. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И. и др. Регулирование. Синтез. Оптимизация. Избранные задачи по строительной механике и теории упругости. М.: Стройиздат, 1993. 456 с.
7. Волков А.А., Василькин А.А. Развитие методологии поиска проектного решения при проектировании строительных металлоконструкций // Вестник МГСУ. 2014. №9. С. 123-137.
8. Василькин А.А., Щербина С.В. Автоматизированное решение задачи определения оптимальной высоты стальной фермы по критерию минимума массы при вариации высоты фермы // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сборник материалов Международной конференции (12-13 ноября 2014 г., Москва) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. Ун-т. – Москва : МГСУ, 2015.
9. Василькин А.А., Щербина С.В. Построение системы автоматизированного проектирования при оптимизации стальных стропильных ферм // Вестник МГСУ. 2015. №. 2. С. 21-37. – ВАК 8.
10. Василькин А.А., Щербина С.В., Денякова В.В. Автоматизированный поиск конструктивного решения структурной плиты покрытия минимальной массы методом регулирования НДС // Известия вузов. Строительство. 2018. №4 (712) С. 19-31.
11. Ибрагимов А.М., Василькин А.А. Автоматизированное решение проектных задач компоновки объемно-планировочного решения складских сооружений. часть 1. постановка задания // Научное обозрение. 2016. № 13. С. 32-36.

ПОЭТАПНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

А.А. Волков¹, И.А. Свиридов²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (SviridovIA@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (RECTOR@mgsu.ru)

Аннотация

Статья посвящена анализу проблем реализации инвестиционно-строительных проектов в РФ и поиску их решений. Научно-техническому и философскому подходу к организационному, управленческому и технологическому определению и классификации участников, этапов, работ, сроков и зоны ответственности при реализации инвестиционно-строительных проектов в условиях стремительной цифровизации промышленности. Исследованию влияния процессов внедрения цифровых и информационных технологий на повышение производительности и надежности подрядных организаций. Особенности и тенденции их функционирования в новом формате внедрения информационного моделирования зданий и сооружений.

ВВЕДЕНИЕ

Реализация инвестиционно-строительных проектов (ИСП) в Российской Федерации для инвесторов и застройщиков, особенно финансируемых из государственного бюджета, превратилась в очень серьезную задачу со многими «неизвестными». Во-первых, риски неисполнения, при сегодняшнем законодательном и нормативно-методическом поле, а также структурировании участников инвестиционно-строительной деятельности, очень высокие. Во-вторых, себестоимость ИСП значительно выше зарубежных аналогов, несмотря на более низкую стоимость материалов и заработную плату рабочих и инженерно-технического персонала. Как пример, исследование специалистов из Университета Цюриха. Они рассчитали среднюю стоимость места для болельщика на стадионах нескольких последних чемпионатов Мира по футболу:

2002 год - Южная Корея/Япония: около 6000 \$;

2006 год - Германия: 3200 \$;

2010 год - Южная Африка: 5000 \$;

2014 год - Бразилия: 6500 \$;

2018 год - Россия: 11500 \$,

а место каждого болельщика стадиона «Зенит-Арена» в Санкт-Петербурге обошлось примерно в 16500 \$ [1]. В-третьих, качество проектно-изыскательских и строительномонтажных работ неуклонно падает.

Есть ли всему этому объективное объяснение? Давайте разбираться.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное исследование основано на многолетнем опыте с 1984 года реализации ИСП различного функционального назначения и на различных ролях, как участника реализации: генерального подрядчика, технического заказчика, исполнительного органа государственной власти, инвестора. Накоплен внушительный практический материал в условиях постоянно меняющегося законодательного и нормативно-методического поля, совершенствования технологий, машин, материалов в условиях 4-й научно-технической революции. Далее используется системный подход для многоуровневого изучения системы управления реализацией ИСП и функциональный анализ для определения характеристик системы на основании принятых алгоритмов ее функционирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Если сравнить современную законодательную и нормативно-методическую базы, структуру, отчетные показатели, систему ценообразования и подготовки кадров в строительной отрасли с такими же компонентами 1984 года, предшествующим началу «перестройки», которая в свою очередь закончилась развалом СССР, то небольшой сравнительный анализ вызывает много-много вопросов. Как такое могло произойти?

Все положительное, что было разработано советской строительной наукой и отраслью, являлось государственной стратегией ее развития, вместе с политической системой было разрушено. В начале XXI столетия в стране на смену технократам пришли люди далекие от науки, производства и профессиональной деятельности.

Государство дистанцировалось от строительной отрасли и передала в частные руки, очень часто «грязные», на так называемое саморегулирование. На государственном уровне уничтожены основные принципы и институты, материально-техническая база и база профессиональной подготовки, обеспечивавшие развитие отрасли и главное развитие всей страны. Нарушен важнейший закон философии – борьбы и единства противоположностей. Были упразднены ведомственные и территориальные управления капитального строительства (УКС), которые формировались из высококвалифицированных и опытных инженерно-строительные кадров, прошедших серьезную школу работы в проектно-исследовательских и строительно-монтажных организациях. Этот институт находился по одну сторону «баррикад» с инвесторами и заказчиками-застройщиками, являясь эффективным и квалифицированным инструментом в производственном противостоянии с подрядными организациями. Раньше финансирование УКСов осуществлялось из бюджета и включалось в состав капитальных вложений на проектирование и строительство. УКСы управляли, организовывали и осуществляли технический надзор за всеми работами и участниками на всех этапах реализации ИСП от идеи до ввода в эксплуатацию, а после строительства и ввода объектов, передавали их в собственность ведомственным и территориальным предприятиям и учреждениям. Теперь сами руководители этих предприятий и учреждений (школ, больниц, детских садов и т.д.) напрямую работают с подрядными организациями, при этом, абсолютно не разбираясь в проектировании, строительстве и огромном количестве юридических, технических, технологических и других аспектах реализации ИСП. Последствия таких «прогрессивных» действий не заставили себя долго ждать. И особенно больно слышать от руководителей государства, что это происходит из-за нехватки квалифицированных кадров. Кадры в стране пока еще есть!!! Но работать под руководством «пафосных» руководителей никто добросовестно не будет, эти времена прошли.

Многие современные функционеры от строительной отрасли, науки и образования не знают и не понимают общего процесса реализации ИСП, целей, задач, роли и зоны ответственности участников ИСП на каждом этапе реализации, то есть всего жизненного цикла объекта капитального строительства от идеи до утилизации. Поэтому недооценивают, а иногда попросту игнорируют сложную и много векторную работу заказчика-застройщика и/или технического заказчика, предшествующую строительству или реконструкции объекта, тем более если это связано с производством, энергетикой, транспортом и так далее. По трудоемкости и срокам работа заказчика значительно больше, длиннее и сложнее работы по осуществлению строительного контроля (технического надзора) за строительством и вводу объекта в эксплуатацию.

Так же, несомненно, и то, что качественно выполненная работа заказчика, материализованная в исходно-разрешительную, предпроектную (техническое задание, инженерные изыскания, технические условия на инженерные ресурсы и так далее), проектную документацию и инженерную подготовку объекта строительства или реконструкции, значительно снижает риск срыва или несвоевременности реализации ИСП и обеспечивает генподрядчику необходимые условия для качественного и своевременного выполнения комплекса строительно-монтажных и пуско-наладочных работ.

Важнейшим организационным механизмом реализации ИСП является планирование работ участников ИСП, которые необходимо коррелировать с целями, задачами и зонами ответственности на различных этапах. Это ключ к успешному завершению ИСП (рис. 1).

СТРУКТУРА РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

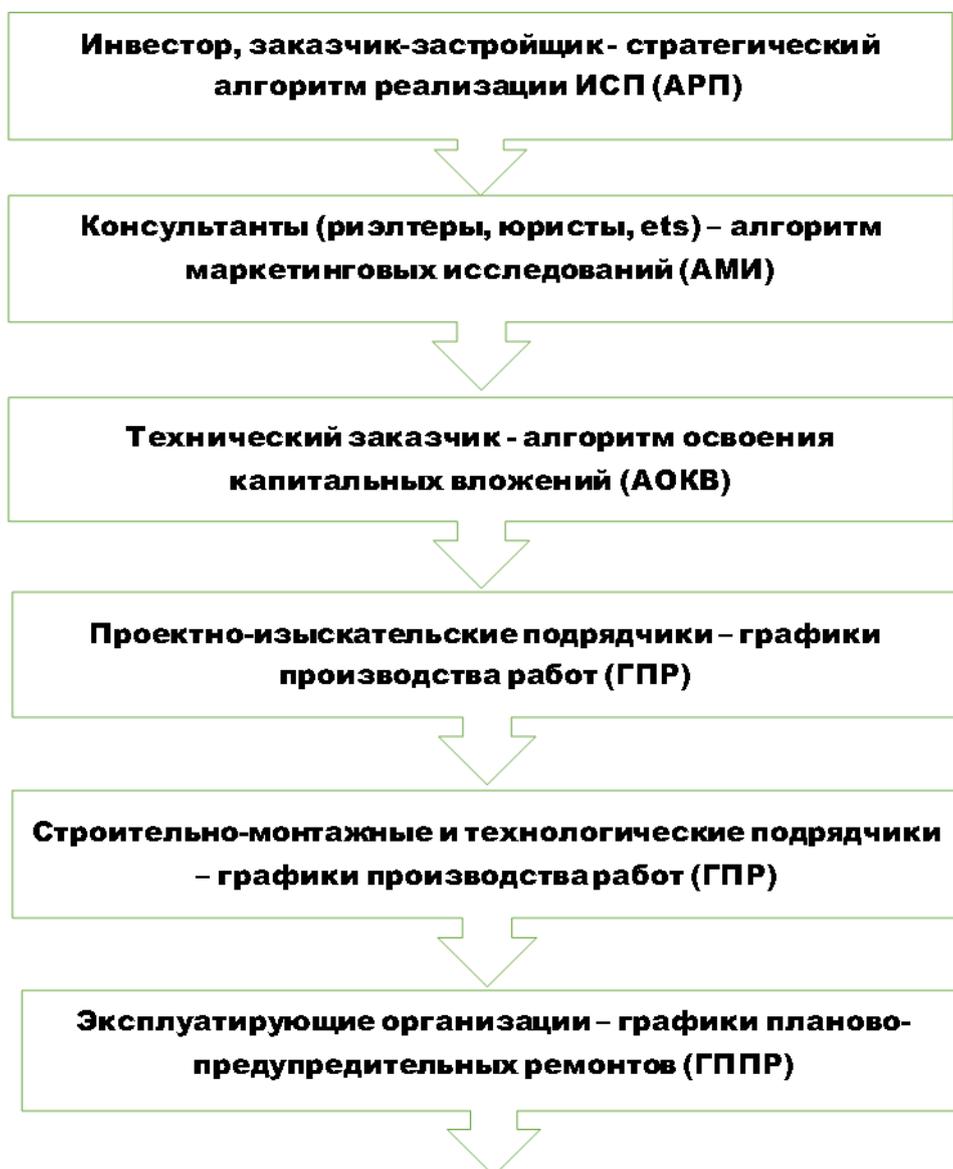


Рис. 1. Структура реализации ИСП

Инвестор синтезирует стратегический алгоритм реализации ИСП (АРП), связанный с расчетом экономической целесообразности, выработкой основных требований и условий для минимизации рисков и наилучшей экономической эффективности, с учетом важнейшего фактора – сроков, на весь жизненный цикл объекта инвестирования.

Технический заказчик, на основании требований АРП и анализа исходного состояния объекта инвестирования, разрабатывает алгоритм освоения капитальных вложений (АОКВ) на строительство или реконструкцию объекта с определенными технико-экономическими показателями и в строгом соответствии с регламентами. Здесь необходимо четко понимать значение термина: капитальные вложения.

Подрядные организации (изыскатели, проектировщики и строители) в соответствии с требованиями АРП инвестора и АОКВ технического заказчика, а также анализа проектно-изыскательской документации, объекта, собственных ресурсов, поставщиков, смежников и т.д., разрабатывают свои тактические **алгоритмы – графики производства работ (ГПР)**, согласуют их с инвестором и/или техническим заказчиком, и организуют реализацию своих этапов работ.

Далее эксплуатирующие или управляющие организации на основании АРП и технической документации по объекту разрабатывают алгоритмы по осуществлению планово-предупредительных, текущих и капитальных ремонтов для поддержания его в необходимом состоянии вплоть до утилизации. В этом скрывается ответ на проблемы реализации ИСП.

ВЫВОДЫ

А в условиях внедрения информационных и цифровых технологий в промышленности и строительстве востребованность в опытных и высококвалифицированных технических заказчиках будет только возрастать. Требования современных цифровых системотехнических технологий заключаются в квалифицированном сборе исходных данных будущего ИСП, их анализе, синтезе эффективных алгоритмов и подборе необходимых участников их реализации. Информационное моделирование зданий и сооружений в строительстве (ВМ) не является панацеей, которая разрешит все проблемы отрасли. Образно говоря, это становится грозным оружием, как самурайский меч, только в умелых руках специально обученных и опытных специалистов. А у дилетантов только модной, но весьма дорогой и бесполезной игрушкой.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зуева М.С., Ярыгина А.А. Проблемы финансового обеспечения подготовки к чм-2018 в Самаре // Научная статья. 2016. № 6-2(12). С. 486-488.
2. Скиба А.А., Гинзбург А.В. Количественная оценка рисков строительного инвестиционного проекта // Вестник МГСУ. 2013. № 3. С. 201—206.
3. Чурбанов А.Е., Шамара Ю.А. Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса // Вестник МГСУ. 2018. Том 13. № 7. С. 824—835.
4. Синенко С.А., Олейник П.П., Кузьмина Т.К. Деятельность заказчика в рыночных условиях // Справочник. Москва: НИУ МГСУ. Издательство АСВ. 2015.- 288с.
5. Олейник П.П. Организация планирование и управление в строительстве // Учебник. Москва: НИУ МГСУ. Издательство АСВ. 2015.- 160с.
6. Ginzburg A., Ryzhkova A. Accounting “pure” risks in early stage of investment in construction projects with energy efficient technologies in use / Applied Mechanics and Materials Vols. 672-674 (2014), Trans Tech Publications, Switzerland, 2014, -pp. 2221-2224.
7. Гинзбург А.В., Рыжкова А.И. Возможности искусственного интеллекта по повышению организационно-технологической надежности строительного производства / Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 1 (112). С. 7–13.

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ УДАЛЕННОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕРВЕРОВ И РАБОЧИХ КЛИЕНТСКИХ МЕСТ

А.В. Гинзбург¹, П.Н. Гаряев²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (p.garyaev@gmail.com)

Аннотация

Рассмотрены результаты проекта создания автоматизированной системы удаленного администрирования предприятия. Произведен анализ основного программного обеспечения для удаленного администрирования, обоснован выбор способа удаленного доступа и программного обеспечения для удаленного администрирования. Основные особенности разработанного проекта:

- сокращение времени обработки обращений, поступающих от пользователей;
- упрощение работы системного администратора по настройке оборудования;
- низкая стоимость выполнения проекта.

ВВЕДЕНИЕ

Объединение компьютеров в сети различного масштаба позволило значительно повысить производительность труда. Потому компьютеры используют как для производственных (или менеджерских, офисных) нужд, так и для обучения.

ЛВС (локальные вычислительные сети) в настоящее время получили очень широкое распространение. Это вызвано следующими причинами:

В некоторых сферах деятельности, кроме всего прочего, просто невозможно обойтись без локальных сетей. К таким сферам следует отнести: банковское дело, электронные архивы библиотек, складские операции крупных компаний и пр. Каждая отдельно взятая рабочая станция в этих сферах не может в принципе хранить всей информации в основном по причине слишком большого ее объема. Сеть же дает возможность избранным (зарегистрированным на файл-сервере) пользователям получить доступ именно к той информации, к которой оператор сети их допускает.

Темой данной работы является «Автоматизация удаленного администрирования серверов и рабочих клиентских мест на базе специализированных программ». Данная тема является актуальной, так как в настоящее время невозможно представить себе современное предприятие с развитой инфраструктурой без проработанной структуры системы удаленного администрирования, необходимого для увеличения скорости работы, упрощения обработки огромного количества информации и увеличения качества производительности. Однако любая работа за компьютером сопряжена с разными видами рисков, в том числе «человеческим фактором», поэтому специальное ПО определенным образом имеет возможность контролировать работу пользователей, собирать и накапливать информацию о всех операциях, производимых машиной.

При разработке была поставлена задача разработать автоматизированную систему удаленного администрирования сетевого оборудования и клиентских компьютеров. Реализация представленного проекта позволит улучшить контроль за качеством работы сетевого оборудования, в частности повышение скорости реакции администратора на возникшие проблемы, тем самым повысить в целом авторитет всей компании.

В ходе выполнения работы выделены следующие приоритетные для выполнения задачи:

- — выделение и описание бизнес-процессов в компании;

- – проведение анализа существующего программного обеспечения для удаленного администрирования, оценка их сильных и слабых сторон;
- – разработка требований к проектируемой системе;
- – отображение взаимодействия проектируемой системы с другими системами;
- – разработка технического задания на проектируемую систему;
- – обоснование выбора структуры комплекса технических средств;
- – определение варианта информационного и программного обеспечения проектируемой системы.

В качестве основы для реализации и выполнения сформулированных выше задач послужила программа Ideal Administration. Данная программа представляет собой единый инструмент, обладающий всеми необходимыми функциями для управления доменами, серверами, клиентскими ПК и пользователями.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На первом этапе исследования выполнен сбор поступающих обращений пользователей и было найдено среднее значение обращений сотрудников организации в техническую поддержку за один день. Для этого произведен расчет по следующей формуле:

$$\text{Оср} = (\text{Омакс} + \text{Омин}) / 2$$

где Омакс – максимальное обращение, Омин – минимальное обращение.

Статистика рассматриваемой компании по поступающим обращениям сотрудников в день получилась равна:

Омакс = 100 (обращений);

Омин = 50 (обращений).

Полученные результаты продемонстрированы на рис. 1.

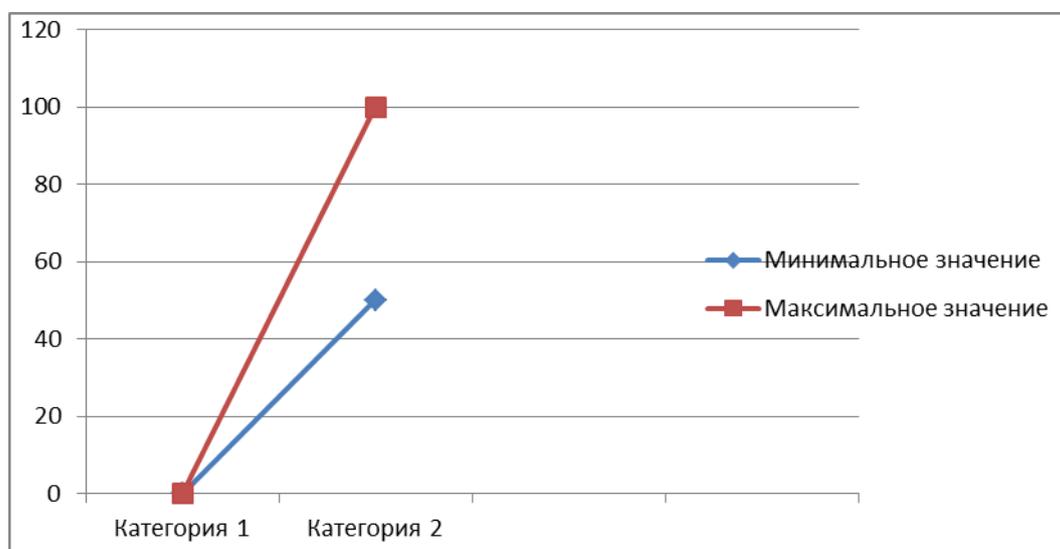


Рис. 1. Статистика минимальных и максимальных обращений за день

В итоге мы получаем следующие результаты:

$$\text{Оср} = (100 + 50) / 2 = 75 \text{ (обращений)}$$

Среднее значение обращений сотрудников в техническую поддержку за день составит 75 обращений.

На следующем этапе определялось среднее время на выполнение одного обращения в техническую поддержку. Для этого был произведен расчет по следующей формуле:

$$\text{Вср} = (\text{Вмакс} + \text{Вмин}) / 2$$

где Вмакс – максимальное время, Вмин – минимальное время.

Статистика компании по времени выполнения одного обращения:

Вмакс = 30 (минут);

Вмин = 5 (минут).

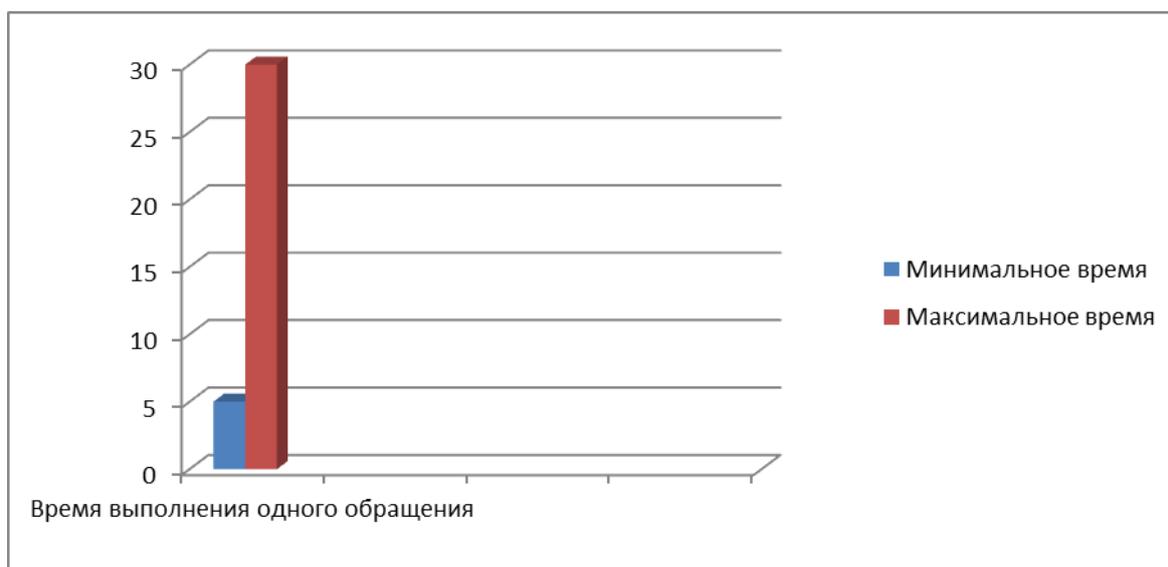


Рис. 2. Статистика минимального и максимального выполнения одного обращения

В итоге получаем следующее значение:

$$\text{Вср} = (30 + 5) / 2 = 17,5 \text{ (минут)}$$

Понятно, что рассчитать точное значение невозможно, так как данный средний показатель может изменяться постоянно, поэтому рациональнее поделить его на два, так как в основном на практике времени на выполнение запроса уходит меньше.

Среднее время выполнения одного обращения поступающего в тех поддержку тогда составит примерно 17 минут.

В компании работают четыре сотрудника технической поддержки, по статистике каждый сотрудник берет на себя равную долю выполнения заявок, вычислим, сколько заявок в день выполняет один сотрудник отдела исходя из среднего показателя поступления заявок.

75 обращений распределенное на 4 сотрудника составит 18,75 заявок на одного.

Каждый сотрудник технической поддержки, исходя из среднего расчета в равных долях, будет выполнять 18 заявок в день.

Примерное выполнение одной заявки в среднем будет осуществляться за 17 минут одним сотрудником технической поддержки.

Исходя из приведенных расчетов, за восьмичасовой рабочий день один сотрудник тратит 5 часов времени непрерывной работы.

При внедрении программы удаленного администрирования Ideal Administration в среднем время выполнения работы сокращается вдвое, так нет необходимости покидать рабочее место для выполнения той или иной задачи и можно начать решать проблему сразу после ее возникновения.

Расчеты показывают, что можно сократить одну штатную единицу, при таких же средних показателях работа троих сотрудников технической поддержки.

$$75 / 3 = 25$$

За счет внедренного программного обеспечения время выполнения одной заявки составит примерно 8 минут.

После внедрения программного обеспечения, за восьмичасовой рабочий день, один сотрудник технической поддержки будет тратить 3,3 часа непрерывной работы. Данные результаты продемонстрированы на рис. 3.

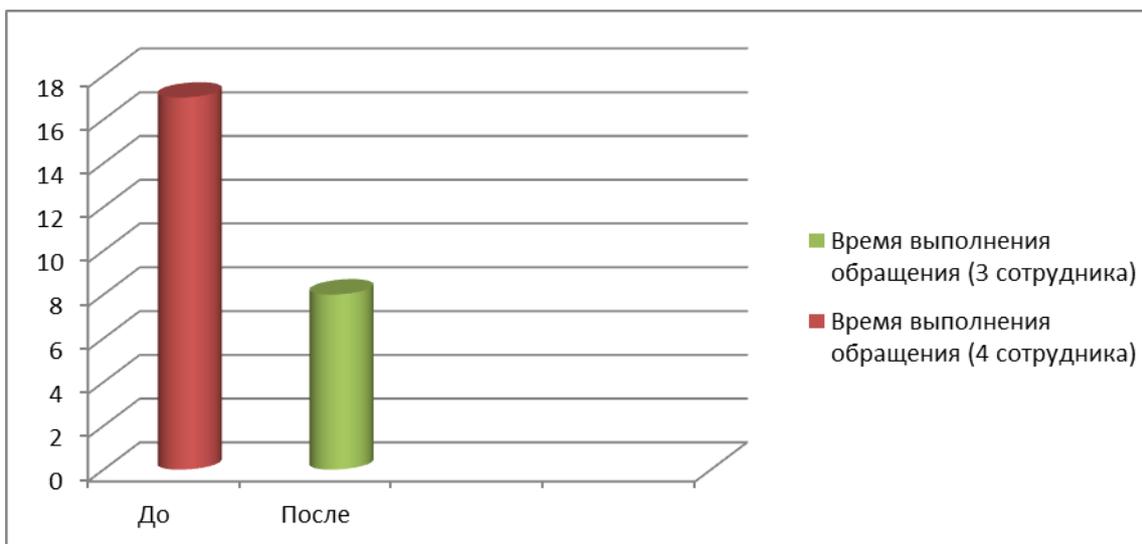


Рис. 3. Показатели до и после внедрения программы

Затраты на администрирование корпоративной сети без удаленного администрирования рассчитываются по формуле:

$$З = ЗПф + ЗПотч$$

где ЗПотч – отчисления на социальное страхование (13 %);

ЗПф – фонд заработной платы системного администратора.

Фонд заработной платы четверем системным администраторам за год, определяется по формуле:

$$ЗПф = ЗП * N * 12$$

где ЗП - заработная плата системного администратора;

N – количество работников.

ЗП = 70000 (рублей);

N = 4 (человека):

$$ЗПф = ЗП * N * 12 = 70000 * 4 * 12 = 3360000 \text{ (рублей),}$$

$$ЗПотч = 3360000 * 0,13 = 436800 \text{ (рублей),}$$

$$З = ЗПф + ЗПотч = 3360000 + 436800 = 3796800 \text{ (рублей).}$$

Организации необходимо выплачивать заработную плату четверем специалистам равную 3796800 рублей в год.

После внедрения удаленного администрирования штат системных администраторов, сократится до трех человек.

Фонд заработной платы трем системным администраторам за год, определяется по формуле:

$$ЗПф = ЗП * N * 12 + ЗПотч$$

При сокращении одного сотрудника технической поддержки, на усмотрение компании сотрудникам целесообразно увеличить заработную плату.

ЗП = 80000 (рублей);

$$ЗПотч = ((80000 * 12) * 3) * 0,13 = 374400 \text{ (рублей)}$$

$$ЗПф = (80000 * 3) * 12 + 374400 = 3254400 \text{ (рублей)}$$

Организации необходимо выплачивать заработную плату трем специалистам равную 3254400 рублей в год.

Экономия затрат от внедрения вычисляется, руб/год:

$$Э = Зд - Зп$$

где Зд - затраты до внедрения системы;

Зп - затраты после внедрения системы:

$$Э = Зд - Зп = 3796800 - 3254400 = 542400$$

Рассчитаем срок окупаемости системы:

Необходимо приобрести 3 лицензии программного обеспечения на общую сумму 41700 рублей.

Срок окупаемости системы:

$$O_c = Z / \mathcal{E}$$

где Z - затраты на разработку и внедрение системы (рублей);

\mathcal{E} - экономия затрат от внедрения системы (руб/год):

$$O_c = Z / \mathcal{E} = 41700 / 542400 = 0,079 \text{ (года) или } 29 \text{ дней.}$$

Годовой экономический эффект составил:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E} - E_n * 3 = 542400 - 0,33 * 41700 = 529000.$$

ВЫВОДЫ

Внедрение технологии удаленного администрирования позволяет существенно сократить расходы на обслуживание пользователей сети.

В ходе внедрения технологии удаленного администрирования была решена задача анализа, проектирования и практической реализации для корпоративной сети.

Приложение построено на основе «клиент-серверной» технологии.

В ходе автоматизации был проведен анализ экономической эффективности, что позволило рассчитать сумму годового экономического эффекта и срок окупаемости приложения в результате внедрения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург А.В., Баранова О.М., Блохина Н.С., Волков А.А., Гаряев Н.А., Гинзбург В.М., Игнатов В.П., Игнатова Е.В., Истомина Б.С., Каган П.Б., Китайцева Е.Х., Куликов В.Г., Синенко С.А. Системы автоматизации проектирования в строительстве Москва, 2014.
2. Гаряев Н.А., Гагарин П.В. Современное вычислительное моделирование как этап развития процесса проектирования. Вестник МГСУ. 2009. № S1. С. 186-187.
3. Garyaev P.N. Computer-aided zoning and urban planning В сборнике: Computing in Civil and Building Engineering Proceedings 2014 International Conference. 2014. С. 1618-1625.
4. Гаряев П.Н., Гинзбург А.В., Конев А.С. Модель многокритериальной многослойной системы оценки на основе нечеткой логики Перспективы науки. 2017. № 8 (95). С. 13-15.
5. Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А. Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / Научное обозрение, 2015, №16, - с.461-464.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ

Н.А. Горяев¹, Я.А. Алексеевская²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (garyaev@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (alek-yana@mail.ru)

Аннотация

В статье рассматриваются проблемы связанные с размещением населения и роста городов, указываются основные факторы социально-экономического развития. Также рассматривается понятие устойчивости развития. В этой связи предложено решение, основная идея которого направлена на обеспечение устойчивого социально-экономического и экологического развития территорий.

В рамках исследования определена цель, направленная на разработку модели эффективной организации информационного процесса. Концепция исследования заключается в предположении, что разработка такой модели позволит решить одну из важнейших задач пространственного развития - построение оптимальной пространственной организации. Разработка такой автоматизированной системы является актуальной темой на сегодняшний день, и предполагает необходимость изучения и освоения опыта зарубежных стран.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития экономики России одной из самых острых проблем является процесс роста городских территорий и размещение населения. Экологические проблемы, в том числе загрязнение воздуха, шум, уплотнение городской застройки, увеличения концентрации транспорта, сложности транспортного развития, неравномерное распределение населения по территории, создание антропогенных ландшафтов на относительно небольших территориях, все это является следствием процесса урбанизации, а также роста городов. Данная проблема является актуальной на сегодняшний момент и требует кардинально новых, концептуальных подходов к их решению.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках исследования возможности решения задач обеспечения устойчивого экологического, а также социально-экономического развития были использованы теоретические методы исследования, проанализирован подход к решению данной проблемы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Процесс урбанизации в России находится в постоянном движении, и, в настоящее время, это процесс является одной из самых актуальных тем, осуществляются различные попытки по ее изучению, а также обеспечению устойчивости развития городов.

Улучшение качества городской среды, агломерационных систем расселения, а также систем расселения в национальном масштабе, решение транспортных проблем и проблем экологии определяется стратегией социально-экономического развития страны.

Согласно концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, на период до 2030 года Правительством РФ поставлена цель — устойчивое повышение благосостояния российских граждан, сокращение уровня межрегиональной дифференциации в социально-экономическом состоянии регионов и качестве жизни. В текущих условиях в качестве основного фактора социально-экономического развития рассматривается пространство и месторасположение [1].

Стратегия развития пространства и месторасположения подразумевает собой разработку комплекса мер [2], благоприятствующих достижению высокого уровня социально-экономического развития территорий города.

Стоит отметить, что значимость данной стратегии заложена во всеобщем признании необходимости консолидации всех сил, направленных на решение социально-экономических и экологических задач.

Устойчивое развитие в классическом понимании данного термина, подразумевающим «удовлетворение потребностей нынешнего поколения, без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [6].

Поскольку концепция перехода России к устойчивому развитию носит более целостный и системный характер, она подразумевает наличие информационной составляющей. Эта информационная составляющая позволяет формировать информационные модели устойчивого будущего и направлять реальную траекторию по оптимальной траектории [3].

Однако изучение пространственного развития городских территорий сталкивается с определенными проблемами, такими как: отсутствие единого метода анализа статистических данных их сбор и обработка [4].

Решение задач, направленных на обеспечение устойчивого социально-экономического и экологического развития территорий, является одной из наиболее важных целей на уровне органов власти. В рамках исследования особую актуальность приобрела разработка модели эффективной организации информационного процесса, которая была бы направлена на сбор, анализ, накопление данных, создание на их основе комплексных баз данных оперативного обновления, загрузки, анализа цифровых карт.

Разработка такой модели направлена построение оптимальной пространственной организации, что является одной из задач пространственного развития. Такая модель смогла бы создать условия для минимизации возможных издержек, направленные на сохранение единства территории и поддержание инфраструктуры.

Для сбалансированного развития городских территорий необходимо принимать во внимание: во-первых, пространственно-территориальную специфику рассматриваемых территорий, во-вторых, предусматривать социальные, экономические, экологические потребности общества направленных на устойчивое развитие территорий, включающих обновление производственной, инженерной, транспортной инфраструктур, улучшения качества среды обитания и ограничения негативных воздействий на окружающую среду [5].

Необходимо также отметить, что зачастую органы власти не учитывают характер и специфику пространственного развития городов, приводя к неблагоприятным последствиям, которые, в первую очередь, связаны с нерегулируемым уплотнением застройки центральных кварталов крупнейших городов, а также вытеснением исторической архитектуры, что в свою очередь порождает социальные разногласия между жителями и органами исполнительной власти.

Разработка модели эффективной организации информационного процесса предполагает создание автоматизированной системы, позволяющей осуществлять мониторинг по заданным параметрам, выполнять оценку экологической ситуации, обеспечивать наглядность обрабатываемой информации, формировать отчеты, получать отображение данных на электронной карте, вести наблюдение за развитием ситуации в режиме реального времени. Эта информационно-аналитическая система позволит обеспечить пользователя, будь то аналитик или управленец, необходимой информацией в установленной форме для принятия управленческих решений, сформировав запрос к системе. В целях комплексной оценки текущей ситуации города и принятия решений в вопросах пространственного развития, реализация информационно-аналитической системы предусматривает применение геоинформационных технологий, предполагающей интеграцию с автоматизированной системой оценки и анализа пространственного развития. ГИС имеет классическую клиент-серверную архитектуру, которая включает 4 функциональные подсистемы:

- сбора информации и обмена ею;
- хранения данных;
- анализа и поддержки принятия решений;
- визуализации информации

ВЫВОДЫ

Таким образом, можно сделать вывод, разработка автоматизированной системой оценки и анализа пространственного развития с использованием ГИС является актуальной темой на сегодняшний день, и предполагает необходимость изучения и освоения опыта зарубежных стран.

Основная идея, заложенная в создание автоматизированной системы оценки и анализа и пространственного развития, направлена на обеспечении целостности города, как единого целого экономического, социального и культурного пространства.

Попытки решить проблему перехода региона к устойчивому развитию поднималась и решалась различными методами во многих регионах России. Однако неравные социальные, экономические, и экологические условия обосновывает направления решения вопросов устойчивого развития регионов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2013 года// Министерство экономического развития. – М. – 2013 г.
2. Стратегия пространственного развития Екатеринбурга на период до 2030 года// Проект документа (Стратегическое развитие города Екатеринбурга). – Екб. – 2017 г.
3. *Урсул А.Д., Урсул Т.А.* Проблема и стратегия устойчивого развития// Учебное пособие. – М.- 2013
4. Информационный интернет-портал «Строительный эксперт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ardexpert.ru>.
5. *Николаев Н.А.* Системный подход к территориальному планированию // Гео-Сибирь. - 2014. С. 2.
6. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование: словарь-справочник. М., 1990 634 с.
7. *Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А.* Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.
8. *Ginzburg A., Skiba A.* Creating an urban area planning design based on the theory of fuzzy logic / Applied Mechanics and Materials Vols. 584-586 (2014), Trans Tech Publications, Switzerland, 2014, -pp. 507-511.
9. *Каган П.Б.* Моделирование застройки территорий // Вестник КИГИТ. 2012. № 12-3. С. 009-009.

ПРИНЯТИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ СИРИИ)

Айюб Фади¹, Н.А. Горяев²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (fadi2ayoub@gmail.com)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (garyaev@mgsu.ru)

Аннотация

В статье, рассматривается возможность применения технологии Информационного моделирования сооружений (BIM) к принятию проектных решений по восстановлению строительных объектов, поврежденных в результате вооруженного воздействия.

ВВЕДЕНИЕ

Большое количество зданий и сооружений в Сирии в процессе вооруженного конфликта было подвергнуто различной степени разрушений. На сегодняшний день актуальной задачей становится разработка механизма принятия решений по восстановлению, усилению или сносу подвергшихся воздействию сооружений. Разработка данной темы также будет актуальна также для зданий и сооружений, подвергшихся таким воздействиям, как стихийные бедствия.

Снос любого здания, имеющего признаки повреждения, но отвечающего требованиям несущей способности в соответствии с нормами проектирования является нецелесообразным. Важной задачей является оперативное определение степени повреждения здания и оценка целесообразности его восстановления. Исходя из этого, оценка состояния несущих конструкций здания и их несущей способности становится первоочередной задачей при оценке разрушенных сооружений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Существует множество методов оценки состояния зданий. Анализ зарубежной и российской литературы показал, что в основе оценки состояния зданий используются методики определения физического износа элементов конструкций, что является основным показателем для оценки состояния конструкций и принятие решений по дальнейшим мероприятиям восстановления или утилизации сооружения.

Под физическим износом здания понимают - ухудшение технических и связанных с ними эксплуатационных показателей здания, вызванных объективными причинами [1].

Физический износ конструкций, элементов или системы, характеризующихся различной степенью износа отдельных участков, следует определять по формуле [2]:

$$\Phi_k = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_i \frac{P_i}{P_K} \quad (1)$$

где Φ_k - физический износ конструкций, элементов или системы, %;

Φ_i - физический износ участка конструкции, элемента или системы, %;

P_i - размеры поврежденного участка (площадь или длина), м² или м;

P_K - размеры всей конструкции, м² или м;

n - число поврежденных участков.

Физический износ здания следует определять по формуле [2]:

$$\Phi_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=n} \Phi_{ki} l_i \quad (2)$$

где Φ_{Σ} - физический износ здания, %;

Φ_{ki} - физический износ соответствующей конструкции, элемента или системы, %;

l_i - коэффициент, учитывающий долю восстановительной стоимости отдельной конструкции, элемента или системы в общей восстановительной стоимости здания;

n - число конструкций, элементов или систем в здании.

Используя вышеописанный подход проведем оценку железобетонного здания, подвергнутого воздействию в результате военного конфликта. На рис. 1 представлено здание, взятое в качестве примера.



Рис. 1. Фотография поврежденного железобетонного здания

С целью фиксации повреждений предлагается использовать BIM технологии. Для формирования информационной модели здания был использован программный комплекс Autodesk Revit и построена конструктивная 3D модель здания, показанная на рис. 2.

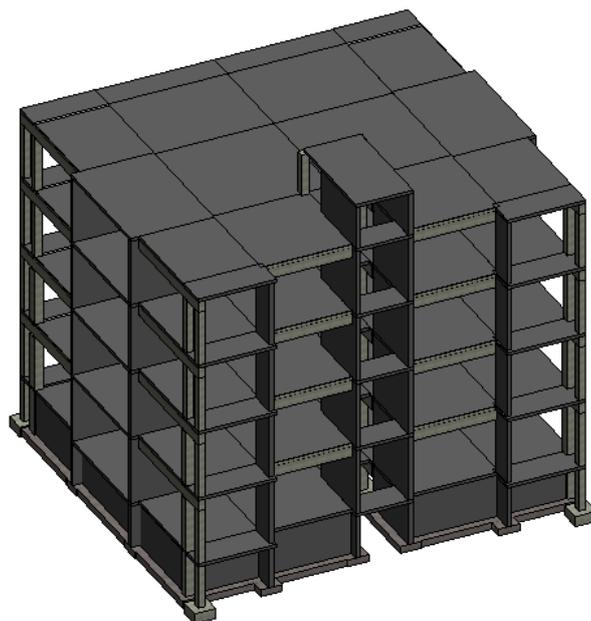


Рис. 2. Модель конструкций здания в 3D

Для определения физического повреждения здания по формуле (2) понадобится два параметра:

- 1- Φ_{ki} - физическое повреждение отдельной конструкции, элемента или системы, %; которое в свою очередь определяется по формуле (1), так как обследование состояния здания на самом деле не проводилось, производства вычислений по формуле (1) невозможно, поэтому каждому конструктивному элементу был назначен процент физического повреждения по параметрам, определяемым визуально.
- 2- l_i - коэффициент, учитывающий долю восстановительной стоимости соответствующих конструкций, элементов или системы в общей восстановительной стоимости строительного объекта; определение значения данного коэффициента является отдельной темой, поэтому был задан равным 1.

Каждому элементу здания в построенной модели были добавлены новые характеристики, соответствующие каждому из вышеперечисленному параметру (Φ_{ki} процент физического износа элемента) и (l_i : коэффициент значимости элемента) как показано на рис. 3.

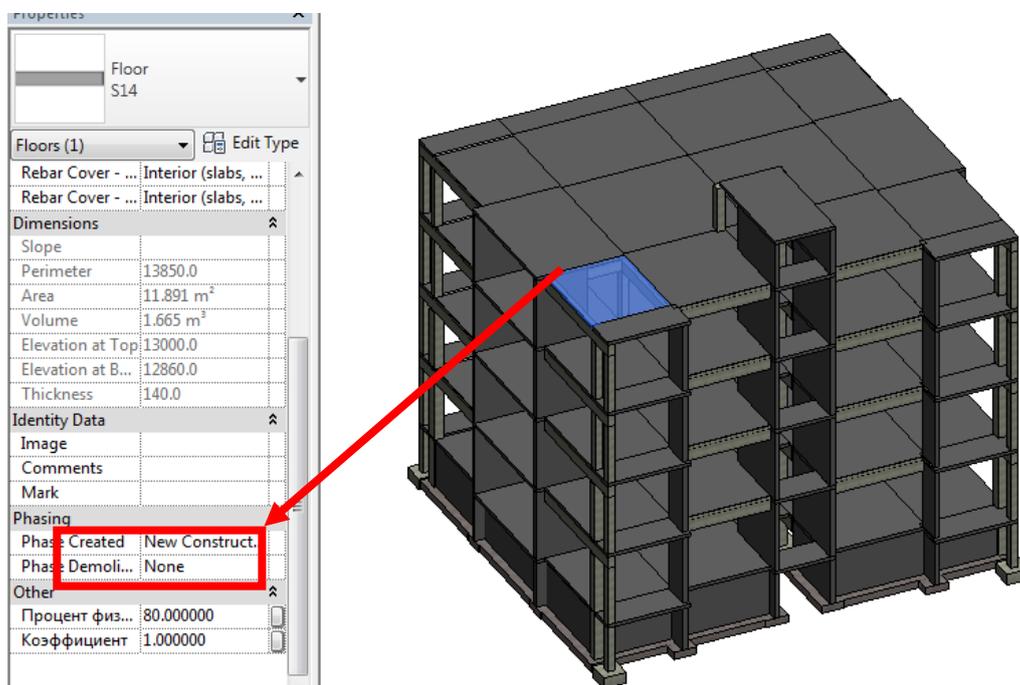


Рис. 3. Новые характеристики, добавленные к элементам BIM модели

Вычисление физического повреждения здания на основе информационной модели по формуле (2) было произведено с использованием программы "Дупано" по специально разработанному расчетному алгоритму рис. 4.

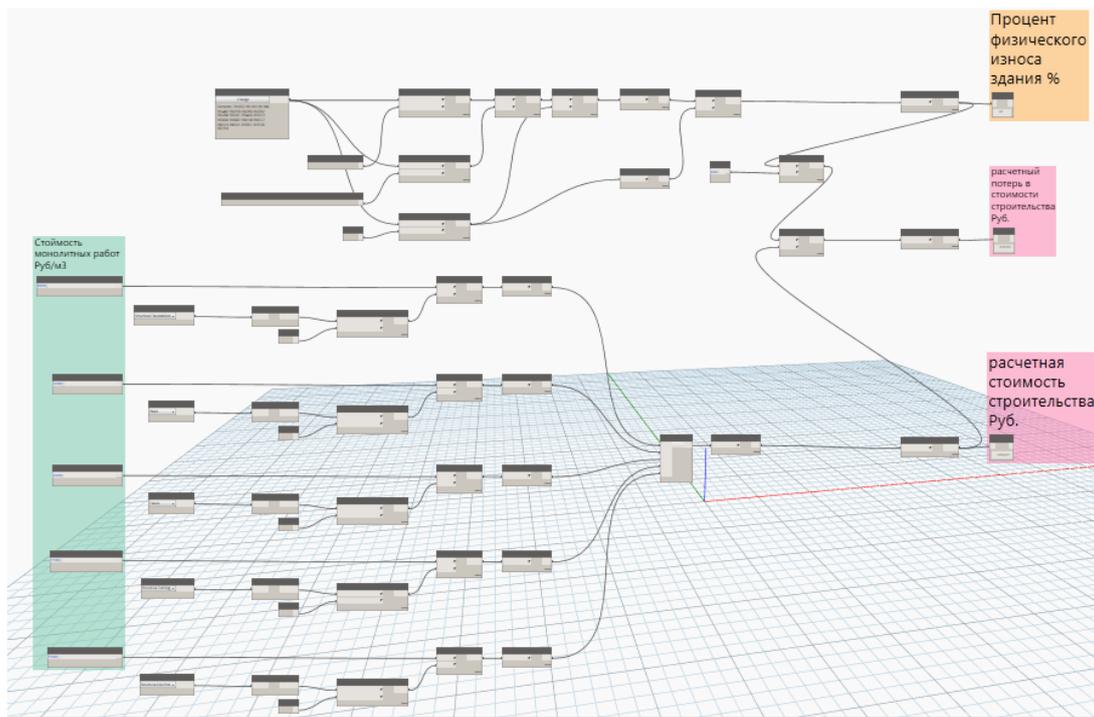


Рис. 4. Алгоритм вычисления в “Dynamo”

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного исследования авторами разработан алгоритм формирования таблиц физического повреждения каждой конструкции и каждого элемента здания с привязкой к 3D модели здания и выделением цветом степени повреждения каждой конструкции. Использование функции фильтрации в Revit позволяет отображать физические повреждения в цветовой шкале, как показано на рис. 5, и контролировать отображение по процентам физического износа рис. 6.

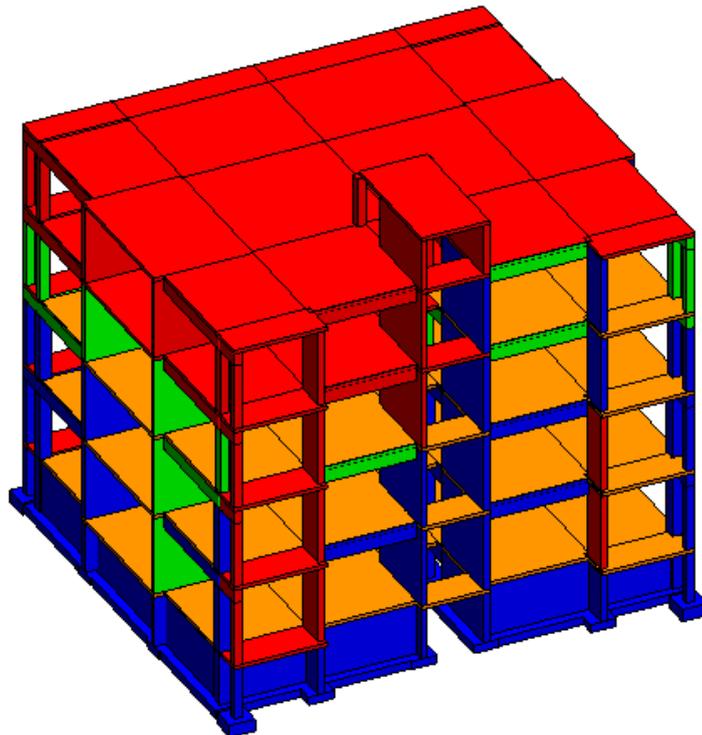


Рис. 5. Отображение физического повреждения конструкций в цветовой шкале

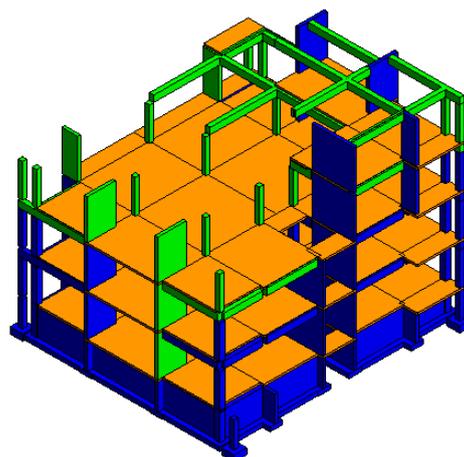


Рис. 6. Сравнение реального объекта и информационной модели здания

Предложенный подход позволяет также перейти к определению стоимости и сроков восстановительных работ и принятию решений о целесообразности их проведения. Расчетная стоимость восстановительных работ определяется путем умножения количества единиц каждого элемента на стоимость возведения единицы, единица измерения в нашем случае принимается кубический метр. Стоит отметить, что в расчет затрат на восстановление должны включаться и другие затраты, такие как юридические, организационные и инженерные и т.д.

ВЫВОДЫ

Применение BIM технологий позволяет на основе создания комплексной информационной модели здания, пострадавшего в результате вооруженного конфликта, провести его автоматизированную оценку с целью принятия решений о возможности и экономической целесообразности его восстановления.

Применение предлагаемого подхода существенно облегчает процесс оценки состояния зданий по сравнению с традиционными методами оценки и улучшает точность анализа данных при принятии комплексных решений о восстановлении как отдельных строительных объектов, так и кварталов и микрорайонов при проведении масштабных обследований.

Построение таких моделей подготовит базу для автоматизированного формирования плана дальнейших восстановительных мероприятий с рассматриваемыми объектами на основе результатов анализа собранных данных о зданиях.

Для улучшения точности предлагаемого подхода и достижения наибольшего результата предлагается:

Всесторонний анализ и разработка комплексных методов определения стоимости как самих конструкций в существующем здании, так и стоимости их восстановления.

Рассматривать методы определения коэффициента значимости элемента с учетом всесторонних факторов, влияющих на эксплуатационную надежность сооружения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. ВСН 53-86(р) Правила оценки физического износа жилых зданий
2. *Гаряев Н.А., Гагарин П.В.* Современное вычислительное моделирование как этап развития процесса проектирования. Вестник МГСУ. 2009. № S1. С. 186-187.

3. *Гаряев Н.А., Краснощекова А.И., Князев А.А.* Анализ рисков, возникающих при внедрении *Вim*-технологий в строительных организациях. *БСТ: Бюллетень строительной техники*. 2018. № 7 (1007). С. 58-61.
4. *Гаряев Н.А., Рыбина А.В.* Имитационная модель материально-технического обеспечения строительных объектов. *Системные технологии*. 2018. № 1 (26). С. 142-150.
5. *Гинзбург А.В., Баранова О.М., Блохина Н.С., Волков А.А., Горяев Н.А., Гинзбург В.М., Игнатов В.П., Игнатова Е.В., Истомин Б.С., Каган П.Б., Китайцева Е.Х., Куликов В.Г., Синенко С.А.* Системы автоматизации проектирования в строительстве Москва, 2014.
6. *Дмитриева И.С., Горяев Н.А.* Применение имитационного моделирования для анализ архитектурно-планировочных решений уникальных объектов. В сборнике: информационные системы, технологии и автоматизация в строительстве. Электронный ресурс: сборник научных трудов кафедры ИСТАС НИУ МГСУ. Москва, 2015. С. 56-60.
7. *Шапошников Н.Н., Куликов В.Г., Горяев Н.А.* Представление инвариантных материалов функциями ползучести и релаксации. Монография / Москва, 2011.
8. *Гаряев Н.А., Горяева В.В., Рыбина А.В.* Разработка имитационной модели анализа проектных решений удаленных строительных объектов с точки зрения обеспечения строительными материалами и конструкциями. *Научное обозрение*. 2015. № 13. С. 395-398.
9. *Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А.* Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / *Научное обозрение*, 2017. №9 –с.16-20.

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В.В. Гаряева ¹, Н.А. Гаряев ²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (garyaevavv@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (garyaev@mgsu.ru)

Аннотация

В статье, рассматривается возможность применения технологии виртуальной реальности (VR) к образовательному процессу и принятию проектных решений в строительстве. Рассматриваются вопросы инструментария и ресурсов разработки VR, а также преимущества и недостатки этой технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Виртуальная реальность (VR) - не совсем новая концепция; эта технология существовала в различных формах начиная с конца 1960-х годов. Она известна под такими названиями, как синтетическая среда, киберпространство, искусственная реальность, технология симулятора и т.д., VR также известна под другими именами, такими как Window on World (WoW). С ростом вычислительных возможностей современных компьютеров VR технологии становятся все более захватывающими. Приложения VR проникают в строительную отрасль, в том числе в профессиональную подготовку и обучение. Наиболее часто используется в образовании компьютерные виртуальные учебные среды virtual learning environment (VLE) Компьютерные виртуальные учебные среды открыли новые сферы в преподавании, обучении и практике медицины, физических наук и инженерии, в том числе и строительстве. Таким образом, приложения, основанные на VLE, появились в общеобразовательном обучении в школах и университетах. Было обнаружено, что эти учебные среды имеют большую педагогическую эффективность для учащихся. Виртуальные учебные среды обеспечивают трехмерную (3D) визуализацию структур и функций любой изучаемой системы, учащиеся взаимодействуя с ней могут быстро и эффективно изучать ее принципы, и создавать эти системы. На сегодняшний день VR может сделать виртуальную среду более реалистичной, чем реальность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

VR является конкретным набором технологий, то есть, гарнитуры, перчатки и другие инструменты управления в совокупности с высокопроизводительной компьютерной мультимедийной средой, в которой пользователь становится участником в компьютерном мире. Это симуляция реальной или воображаемой среды, которую можно визуализировать в трех измерениях ширины, высоты и глубины в реальном времени со звуком и, возможно, с тактильными и другими формами обратной связи. Это искусственная среда, созданная с помощью компьютерного оборудования и программного обеспечения и представленная пользователю таким образом, что она появляется и выглядит как настоящая.

Погружая зрителей в компьютерную стереоскопическую среду, технология VR разрушает барьеры между людьми и компьютерами. Технология VR имитирует естественные стереоскопические процессы просмотра, используя компьютерную технологию для создания изображений правого глаза и левого глаза данного 3D-объекта или сцены. Мозг зрителя объединяет информацию из этих двух точек зрения, чтобы создать восприятие 3D-пространства. Таким образом, технология VR создает иллюзию того, что на экране объекты имеют глубину и дает эффект присутствия за плоским изображением, проецируемым на экран. Благодаря технологии VR зрители могут более реалистично и точно воспринимать расстояния и про-

странственные отношения между различными объектными компонентами, чем обычные инструменты визуализации (например, традиционные инструменты САПР).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Компоненты виртуальной реальности

Компоненты, необходимые для создания и тестирования VR, делятся на два основных компонента: аппаратные компоненты и программные компоненты.

Аппаратные компоненты разделены на пять подкомпонентов: компьютерная рабочая станция, сенсорные дисплеи, карты ускорения процесса, система отслеживания и устройства ввода.

Компьютерная рабочая станция - это высокопроизводительный микрокомпьютер, предназначенный для технических или научных приложений. Зачастую рабочие станции обычно подключаются к локальной сети и запускают многопользовательские операционные системы. Термин «рабочая станция» также используется для обозначения компьютерного терминала мейнфрейма или персонального компьютера (ПК), подключенного к сети.

Сенсорные дисплеи используются для отображения имитируемых виртуальных миров для пользователя. Наиболее распространенными сенсорными дисплеями являются компьютерный визуальный дисплей, для 3D-визуализации и наушники для 3D-звука.

Очки и шлемы виртуальной реальности постоянно размещают экран перед каждым из зрителей. Вид, сегмент виртуальной среды, сгенерированный и отображаемый, управляется датчиками ориентации, установленными в очках и шлемах. Движение головы распознается компьютером, и создается новая перспектива сцены.

Карты ускорения процесса помогают обновить дисплей с помощью новой сенсорной информации. Примерами являются 3D-графические карты и 3D-звуковые карты.

Система слежения отслеживает положение и ориентацию пользователя в виртуальной среде. Эта система разделена на: механические, электромагнитные, ультразвуковые и инфракрасные трекеры.

Устройства ввода используются для взаимодействия с виртуальной средой и объектами в виртуальной среде. Примерами являются джойстик, инструментальная перчатка, клавиатура, распознавание голоса и т.д.

Программные компоненты разделены на четыре подкомпонента: программное обеспечение для 3D-моделирования, программное обеспечение для 2D-графики, программное обеспечение для редактирования цифрового звука и программное обеспечение для моделирования VR.

Программное обеспечение 3D-моделирования используется при построении геометрии объектов в виртуальном мире и определяет визуальные свойства этих объектов.

Программное обеспечение 2D-графики используется для управления текстурой, применяемой к объектам, которые улучшают их визуальные детали.

Цифровое программное обеспечение для редактирования звука используется для смешивания и редактирования звуков, создаваемых объектами в виртуальной среде.

Программное обеспечение для моделирования VR объединяет компоненты. Оно используется для программирования того, как эти объекты ведут себя и устанавливает правила, которые соответствуют виртуальному миру.

Как работает виртуальная реальность

Идея VR заключается в том, чтобы создать у человека чувство присутствия в виртуальном мире мгновенно изменяя изображение с изменением точки зрения. Восприятие пространственной реальности обусловлено различными визуальными сигналами, такими как относительный размер, яркость и угловое движение. Слияние этих изображений в одно 3D-восприятие является основой VR. При движении головой, изображение быстро обновляется, и человеческому мозгу кажется, что он находится в естественной среде.

Инструменты и ресурсы для разработки VR

Существует множество инструментов и ресурсов для разработки VR. Некоторые из этих инструментов и ресурсов бесплатны (с открытым исходным кодом для использования), некоторые из них платные. Средств разработки и ресурсы VR довольно многочисленны, рассмотрим некоторые из них применяемые в строительстве:

Autodesk 3d Max (ранее известный как 3D Studio MAX) представляет собой пакет моделирования, анимации и рендеринга, разработанный Autodesk Media и развлечениями. 3d Max – один из наиболее широко используемых 3D-анимационных средств для профессионалов по созданию контента. Он обладает сильными возможностями моделирования, гибкой архитектурой плагинов и большим наследием на платформе Microsoft Windows. Он в основном используется разработчиками видеоигр, телевизионными коммерческими студиями и студиями архитектурной визуализации. Он также используется для киноэффектов и предварительной визуализации фильма.

Blink 3D Builder - это инструмент для создания захватывающих 3D-сред. 3D-среды можно просматривать с помощью Blink 3D Viewer в Интернете или локально.

Приложения технологии VR

В VR-технологии существует множество приложений, применяющихся во всех областях человеческой деятельности. Много приложений VR разработаны для производства и обучения в различных областях, таких, как военное дело, медицина, строительство и архитектура и т.д. для решения задач образования, моделирования, оценки дизайна, архитектурных эргономических исследований, моделирования последовательности сборки и задач обслуживания, быстрое прототипирование и многое другое.

В промышленности VR доказала, что является эффективным инструментом. Тем не менее, большинство студентов в настоящее время не имеют возможности испытывать технологии VR, в процессе обучения. Поэтому введение VR в учебную программу давно актуально, чтобы идти в ногу с меняющимися потребностями промышленности.

Влияние VR

Развитие технологии VR приведет к ряду важных изменений в жизни и деятельности человека, т.к. VR будет интегрирована в повседневную жизнь и деятельность человека и будет влиять на поведение человека, межличностное общение и познание (т. е. виртуальная генетика), поскольку мы тратим все больше времени на виртуальное пространство, произойдет постепенная «миграция в виртуальное пространство», что приведет к важным изменениям в экономике, мировоззрении и культуре. Изменения затронут современные средства массовой информации, художественные книги, телевидение, кино, музыкальные клипы, игры, изобразительное искусство, маркетинг, здравоохранение, недвижимость и многие другие.

Так, например, в недвижимости широко используется технология VR для сайтов, которые предлагают панорамный просмотр изображений в котором зритель может вращаться, чтобы увидеть все 360 градусов объектов недвижимости.

Преимущества и использование VR

Технология VR обеспечивает уникальный и эффективный способ обучения.

VR имеет сильные преимущества в ситуациях, где исследование среды или взаимодействия с объектами или людьми невозможно, или неудобно или где среда может существовать только в компьютерной форме.

VR - очень ценная учебная и практическая альтернатива, когда реальное обучение опасно для учащихся, инструкторов, оборудования или окружающей среды для различных областей, таких, как антитеррористическая и противопожарная подготовка, работа на ядерных объектах, эксплуатация кранового оборудования, вождение и т.д.

Недостатки и ограничения VR

Одной из важных проблем в использовании VR является высокий уровень квалификации и затрат, необходимых для разработки и внедрения VR. Очень высокий уровень про-

граммирования и графической проработки и очень дорогое аппаратное и программное обеспечение необходимые для разработки VR

Мало что известно о долгосрочных физических или психологических эффектах использования VR.

ВЫВОДЫ

VR меняет все аспекты человеческой деятельности - производство, бизнес, разведка, оборона, досуг, медицина и другие. VR может во многом изменить нашу жизнь. В настоящее время существует множество приложений VR, и еще много будет разработано в будущем. Многие приложения VR были разработаны для производства, образования, симуляции, оценки дизайна, архитектурной визуализации, эргономических исследований, многих задач моделирования, изучения и лечения фобий, развлечений, быстрого прототипирования и многого другого. VR технология широко признана в качестве серьезного прорыва в технологическом и научном прогрессе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гаряева В.В.* Автоматизация синхронизации в реальном времени данных BIM-модели здания на базе RFID технологии Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 186-188.
2. *Гаряева В.В.* Решение задач с использованием пакетов прикладных программ Учебно-методическое пособие / Москва, 2017.
3. *Гаряева В.В.* Формирования навыков конкурентоспособности инженеров-строителей в области BIM-технологий БСТ: Бюллетень строительной техники. 2018. № 3 (1003). С. 62-64.
4. *Гаряева В.В., Гаряев Н.А.* Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Информатика" Москва, 2009.
5. *Гинзбург А.В., Баранова О.М., Блохина Н.С., Волков А.А., Гаряев Н.А., Гинзбург В.М., Игнатов В.П., Игнатова Е.В., Истомин Б.С., Каган П.Б., Китайцева Е.Х., Куликов В.Г., Синенко С.А.* Системы автоматизации проектирования в строительстве Москва, 2014.
6. *Рыбина А.В., Гаряева В.В.* Анализ эффективности применения программ моделирования 3d-объектов в строительном проектировании Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 5. С. 246-249.
7. *Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А.* Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / Научное обозрение, 2015, №16, - с.461-464.

ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

А.В. Гинзбург¹, А.О. Исаев²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (antoisae@yandex.ru)

Аннотация

Работа с восстановлением и приспособлением к современному использованию объектов культурного наследия часто означает столкнуться с несколькими трудностями, которые не только касаются способов представления исторического здания и дизайнерских идей, но также и этапов вмешательств на месте. Дизайнеры должны всегда принимать во внимание ряд возможных и совместимых решений, которые не угрожают культурному значению исторического здания. Традиционные методы часто занимают много времени и практически неэффективны, поскольку они связаны с обменом двумерной и бумажной информацией.

Building Information Modeling (BIM) может представлять собой ответ на эти проблемы, позволяя пользователям моделировать трехмерные соединения здания и связывать с ним разнообразную информацию.

Цель этой статьи - предложить инновационный подход к управлению реставрацией исторических зданий путем внедрения технологий BIM в реставрационную область.

ВВЕДЕНИЕ

Историческое информационное моделирование зданий основано на разных гипотезах, которые используются при применении BIM для новых зданий, поскольку исторические, культурные и социальные параметры должны быть добавлены к объектам культурного наследия при рассмотрении собственной идентичности здания. Архитектурная модель BIM должна ответить на три основных вопроса: «что», «почему» и «как» каждая деталь, подлежащая обновлению, была построена.

Этот аспект требует более подходящих параметров, которые могут отсутствовать или трудно сопоставляться друг с другом, и другого подхода к моделированию, который будет касаться типичных вмешательств, связанных с существующими зданиями, таких как реставрация, восстановление, приспособлению к современному использованию и эксплуатация.

По этой причине при индивидуальном типе здания должен быть выбран «уровень развития» и «уровень точности» информации, относящийся к типу вмешательства и как можно более однородный, чтобы получить модель, которую легко управлять и понимать. Технология BIM позволяет моделировать различные типы вмешательств, помогая дизайнеру выбрать наиболее эффективное решение. Поскольку каждое изменение является вычислительной нагрузкой, основные цели и уровень детализации (LoD) должны быть зафиксированы в начале. Поэтому конечная модель должна содержать как физические, так и функциональные характеристики здания, а также все процессы, связанные с управлением и передачей информации между субъектами на разных уровнях.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Модель использует данные, созданные различными участниками процесса реставрации, в несколько этапов для разных целей, чтобы обеспечить качество и эффективность в течение всего цикла жизни здания. BIM может быть принят для управления безопасностью всей комплексной, но четкой визуализации реставрационной площадки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Использование BIM для новых проектов уже несколько лет практикуется, но библиотека, доступная в приложениях BIM при реставрации исторических зданий, ограничена. Это в основном связано с усилиями, необходимыми для цифрового преобразования полученных данных, которые часто бывают неполными, и не обновляемыми для ориентированного моделирования этот фактор вызывает замедление в реализации информации о здании в системе BIM.

Исторические здания представляют собой высокий процент строительного фонда в Российской Федерации, в настоящее время еще нет ни одной части библиотеки BIM, которая конкретно касается защиты исторических зданий [1].

Что касается доступных методологий и подходов, то в рамках обзора литературы можно было обнаружить две тенденции в отношении исторических и существующих зданий в отношении:

1. Модель BIM и уровень точности;
2. Модель BIM и симуляция.

Для первого подхода в литературе представлены несколько методов для получения исходной модели BIM. Модель BIM может быть получена путем обработки точечных облаков непосредственно или с промежуточным шагом с помощью программного обеспечения САПР для извлечения двумерной информации (.dwg) [3]. Этот процесс трансформации в BIM может занять много времени, в зависимости от исходного состояния исторических источников. В обоих случаях модель объекта здания (стена, крыша, окно, потолок, хранилище и т.д.), которая по данным, является приблизительной версией объектов. В некоторых работах приводятся примеры реконструкции существующего состояния, и они предлагают создать семантическую модель, достижимую на протяжении постоянного сравнения информации, включенной в исторические руководства, и профилей, достижимых из точечных облаков. Некоторые другие сосредоточены на вопросах точности между моделями строительных объектов (стенами, колоннами) и облаками точек (например, сравнение может быть выполнено с помощью сравнения облаков). Другие вместо этого предлагают создать историческую библиотеку для построения объектных моделей, которые в настоящее время не существуют [2].

Во втором случае модель должна быть откалибрована в зависимости от области разработки, которую требуется выполнить модели. Это относится к структурному анализу или симуляции. Прежде чем приступить к фазе моделирования подробно, необходимо установить уровень точности для модели в соответствии с ее конечной целью. На основе модели BIM можно провести несколько физических симуляций и анализов, которые позволяют дизайнеру подчеркнуть потенциальную критику в существующей структуре, где должен вмешаться дизайнер.

Поскольку моделирование становится еще более сложным, для моделирования и анализа требуется специальное программное обеспечение. В дополнение к классическому программному обеспечению для моделирования BIM (Revit Autodesk, Bentley Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Tekla, Allplan Nemetschek, SketchUp BIM и т. Д.). Стоит упомянуть некоторое программное обеспечение, обычно реализованное на практике, такое как SAP2000 или ETABS для структурного анализа, IES-VE и Energy Plus для энергетического анализа, и даже с пакетом Off Suite (Excel) для экстраполяции данных. Крупнейшие производители программного обеспечения становятся все более чувствительными к вопросам совместимости в подходах BIM, создавая новые формы связи с выделенными плагинами и API, такие как CSiXRevit, который позволяет связываться с SAP2000 или Green Building Studio, что делает возможным изучение модели в облаке на основе файла формата gbXML [5].

Примечательно, что моделирование и экстраполяция данных по-прежнему затрагиваются внутренними препятствиями. Возможность симуляции, анализа и сравнения всех предложений вмешательства в глобальном масштабе позволяет оптимально визуализировать последствия, по-

сле каждого изменения, быстрое обновление данных гарантирует представление о трансформации внутри проекта и функциональной совместимости через рабочие сектора.

ВЫВОДЫ

Развитие национальных библиотек BIM для исторических зданий помогло бы большей автоматизации процесса. Объект BIM был бы полным в информации, относящейся к истории, географии и идентичности наиболее общих элементов существующего здания, достигая соответствующего уровня детализации (LoD) для различного использования объекта. Таким образом, было бы полезно создать четкую и простую в использовании национальную структуру, это решение было бы полезно для надлежащего использования и расширения технологии BIM. Историческое наследие здания имеет важное значение, и оно часто является предметом проектных работ: технология BIM может оказать реальную помощь в достижении этих целей, одновременно способствуя сохранению исторической ценности зданий, и разработка соответствующих баз данных, с которыми можно ознакомиться и разделить на несколько уровней описания.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 55528-2013 Состав и содержание научно-проектной документации по сохранению объектов культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования (с Поправкой).
2. *Талапов В.В.* Основы BIM: Введение в информационное моделирование зданий. ДМК-Пресс 2011.
3. *Талапов В.В.* Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. ДМК-Пресс, 2015 .
4. *M. de la Torre*, Values and Heritage Conservation, Heritage Soc. 6 (2013) 155–166.
5. *C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston*, BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2^o Edition, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2011.
6. *Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А.* Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.

ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛЬЮ

А.В. Гинзбург¹, А.И. Рыжкова²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (anastacia.ryzhkova@gmail.com)

Аннотация

Развитие информационных технологий позволяет формировать новые и совершенствовать уже существующие подходы в области отраслевого управления и создания новых стратегических подходов отраслевого планирования как на федеральном, так и региональном уровнях, это позволяет максимально эффективно использовать достижения науки и техники, а также быстро реагировать на конъюнктурные изменения. Авторы статьи рассмотрели строительную отрасль как сложную систему, состоящую из разных элементов, комбинации которых происходят на разных уровнях: от частных небольших компаний до огромных корпораций, от контроля отдельно взятого объекта строительства до контроля развития отрасли на уровне субъекта и федерации. В статье авторы предлагают ключевые к рассмотрению компоненты отрасли, а также приводят информацию о потенциальной выгоде использования информационной среды на разных уровнях.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство – одна из немногих отраслей народного хозяйства, обладающая высоким мультипликативным эффектом. По разным оценкам 1 рабочее место в строительстве дает от 9 до 19 рабочих мест в смежных отраслях. Принимая во внимание высокую наукоёмкость отрасли, её высокотехнологичность, высокий уровень закредитованности реализуемых проектов наряду с продолжительным по времени производственным циклом, в настоящее время можно говорить, что строительная отрасль России преодолевает кризисный период, требующий от всех участников (государство, бизнес) внедрение принципиально новых подходов работы.

Российские и международные эксперты [1, 2] отмечают ряд проблем, характерных для строительной отрасли России, ключевыми из готовых являются:

- отсутствие значимой поддержки строительства социальных и инфраструктурных объектов за счет бюджетных средств;
- неэффективная организация рыночных структур;
- низкий уровень менеджмента в строительстве;
- недостаточно высокий уровень эффективности организации строительного производства;
- технологическая отсталость;
- недостаток финансирования как со стороны девелоперов, так и со стороны населения и предприятий-заказчиков.

Развитие информационных технологий в науке и обществе позволяют решить перечисленные ключевые проблемы за счет создания понятных и «прозрачных» для всех участников отрасли инструментов работы. Информационные технологии в строительстве также дают возможность сформировать принципиально новые и качественно улучшить уже существующие подходы управления строительной отраслью как на федеральном, так и на региональном и объектом уровнях в среднесрочной перспективе.

Авторы статьи предлагают формировать новую концепцию развития и управления строительной отрасли, где капитализация будущего происходит в объемах необходимых для упреждения грядущих кризисов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования авторов в данной статье стала строительная отрасль Российской Федерации, а также подходы управления, применимые к ней на практике. Ключевым методом стал системный анализ строительной отрасли и ее участников.

В данной статье строительство рассмотрено авторами как система, состоящая из разных частей, взаимодействующих друг с другом и обменивающихся между собой материально-техническими ресурсами, что в итоге приводит к выпуску строительной продукции в заданные сроки и с заданным на первоначальном этапе качеством.

Также авторами статьи был использован процессный подход при моделировании строительного производства в рамках исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Авторы статьи выделили для исследования четыре критических системотехнических характеристики:

1. Материально-технические ресурсы (МТР).
2. Обеспечение сроков строительства.
3. Обеспечение качества строительного производства.
4. Эффективное использование денежных средств, вкладываемых в строительное производство.

Все представленные критические характеристики многогранно пересекаются друг с другом, и имеют несколько общих центров влияния, напрямую оказывающих воздействие на качественные показатели каждой из рассматриваемых характеристик:

- квалификация рабочих кадров;
- уровень развития используемых технологий и знаний.

Так, например, при недостаточной квалификации рабочих производимая на заводе железобетонных изделий продукция, может не пройти контроль качества, что скажется на обеспечении сроков строительного производства, или недостаточно высокий уровень технологической оснащенности домостроительного комбината, может негативно сказаться на эффективности использования вкладываемых в реализацию строительного проекта денежных средств, а также на качестве итоговой продукции, что проявится в процессе эксплуатации (здесь примером, может послужить снижение теплоизоляционных свойств железобетонных панелей по прошествии некоторого времени, за которое изоляционный материал панелей меняет свое пространственное расположение, скапливаясь в нижней ее части).

Оценку квалификации рабочих кадров авторы статьи предлагают проводить с помощью периодической аттестации (например, раз в 3 года) и создания общенациональных квалификационных стандартов. Также предлагается учитывать данные о профессиональном опыте (общий стаж + продолжительность работы на каждом месте), наградах и поощрениях.

Оценку уровня развития используемых технологий предлагается проводить совместно с институтами развития страны, когда каждый вид производства, характеризующийся определенным набором показателей сравнивается с известными мировыми подходами, и если при проведении такого анализа оказывается, что применяемый в России подход уступает мировым аналогам, тогда прорабатываются возможности по трансферу и локализации более эффективной технологии на территории России (при условии, что в России нет принципиально новых подходов работ, которые могут заменить в среднесрочной перспективе рассматриваемый вид производства)

Авторы статьи предлагают создать единую информационную среду строительной отрасли, где ключевые системотехнические характеристики будут являться отдельными ин-

формационными автоматизированными потоками данных, взаимодействующими между собой, а информация о центрах влияния станет входящей информацией для, дополнительно характеризующей каждого участника отрасли, что позволит создавать максимально эффективные стратегии управления строительной отраслью на разных уровнях. Модель единой информационной среды представлена на рис. 1.

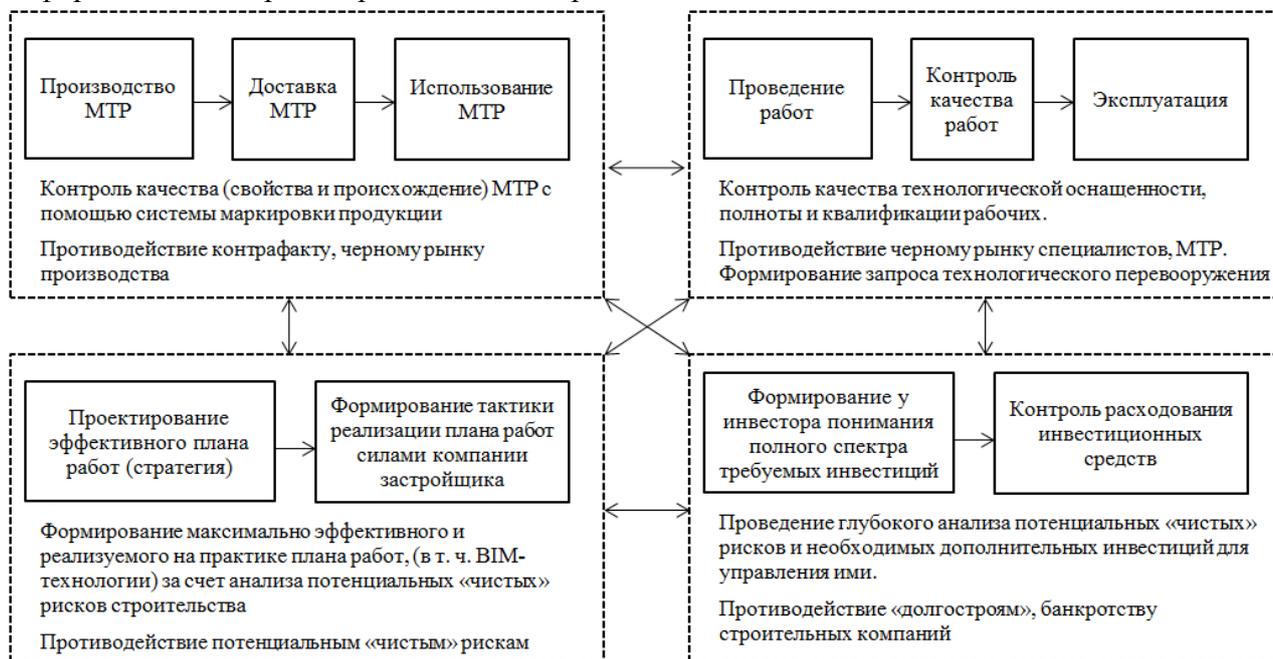


Рис. 1. Информационная среда управления строительством

Главная задача, стоящая перед предлагаемой к реализации моделью, состоит в создании удобного механизма перехода от «статической» информации в отрасли: отчеты компаний, ведомств, Росстата, проектной документации и т.д. к динамической модели, когда

- каждый участник виден в информационной среде,
- формируются кооперационные связи, цепочки движения МТР,
- показан уровень развития организации: квалификация кадров и технологическая оснащённость.

А также сформированы основы для

- ведения сквозной маркировки строительной продукции;
- технологического трансфера;
- развития современных подходов проектирования;
- развития новых финансовых инструментов отрасли.

Предлагаемая модель единой информационной среды позволит на федеральном и региональных уровнях:

- видеть динамику развития и формировать потребность кадрового резерва отрасли;
- видеть динамику развития, формировать потребности в трансфере и локализации новых критических для отрасли технологий;
- видеть кооперационные связи и на основе этого формировать стратегическое видение развития отрасли;
- формировать стимулы развития для бизнес-структур отрасли;
- формирование предупреждающей кризисы стратегии развития;

на корпоративном уровне:

- формировать средне- и долгосрочную стратегию развития компании: включающую потребность в кадрах, финансировании, технологическом перевооружении;

- формировать детальную стратегию и тактику управления потенциальными рисками, в том числе «чистыми», позволяющими минимизировать влияние локальных кризисных ситуаций.

ВЫВОДЫ

Авторы статьи предлагают создать единую информационную среду, которая бы объединила бы всех участников отрасли, и позволила бы перейти от имеющейся статической информации, к динамической модели, отражающей не только свойства той или иной системотехнической характеристики/объекта строительства, но также и взаимосвязи рассматриваемых компонент, что позволит перейти к капитализации будущего в объемах необходимых для упреждения грядущих кризисов в отрасли, что создаст стимулы развития отрасли. На корпоративном уровне, информационная система даст возможность всем заинтересованным получить более глубокое понимание деятельности компании на рынке за счет выявления потенциальных рисков событий и уровня развития компании.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рейтинговое агентство строительного комплекса (РАСК)/ Итоги строительной отрасли 2017 года
Режим доступа: <https://rask.ru/analytics/>. Дата обращения: 10.08.18.
2. Аналитические материалы консалтинговой компании Everise. Режим доступа: <http://www.everise.com/ru/sectors/stroitelstvo/problemny-otrasli/>. Дата обращения: 12.08.18.
3. A. Volkov, V. Chulkov, R. Kazaryan, R. Gazaryan, Cycle reorganization as model of dynamics change and development norm in every living and artificial beings, Applied Mechanics and Materials Vols. 584-586 (2014) 2685.
4. Гинзбург А.В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта / Промышленное и гражданское строительство, 2016, №9 - с.61-65.
5. Megha Jaina, KK Pathak «Applications of Artificial Neural Network in Construction Engineering and Management-A Review». Режим доступа: <https://pdfs.semanticscholar.org/868d/0765c697b5351b404e5733c96893e5480d64.pdf>. Дата обращения: 06.07.18.
6. Исследование PwC «Artificial Intelligence and Robotics – 2017. Leveraging artificial intelligence and robotics for sustainable growth». Режим доступа: <https://www.pwc.in/assets/pdfs/publications/2017/artificial-intelligence-and-robotics-2017.pdf> . Дата обращения: 25.06.18.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.В. Гинзбург¹, Л.А. Шилов²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (Leonid.A.Shilov@gmail.com)

Аннотация

В статье проведен анализ опубликованных статей в области исследований по внедрению технологий информационного моделирования. Проведена оценка существующих программных продуктов, позволяющих осуществить переход от привычного 3D проектирования к проектированию с использованием, так называемых, BIM технологий. Для определения основных проблем на пути внедрения технологий информационного моделирования в РФ проведена оценка существующих программных продуктов, позволяющих перейти на эту технологию. Для описания уровня зрелости информационных технологий, позволяющих перейти к использованию BIM –технологий, использована классическая модель Бью-Ричардса. Собрана информация по действующей и находящейся в разработке или утверждении нормативно-правовой документации, регламентирующей внедрение BIM-технологий в Российской Федерации.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня технология информационного моделирования объектов прочно вошла в практику инженеров во всем мире. В Российской Федерации в апреле 2017 г. утверждена Дорожная карта по внедрению технологий информационного моделирования на всех этапах «жизненного цикла» объекта капитального строительства. В сентябре 2017 г. утвержден план мероприятий по обеспечению готовности комплекса градостроительной политики и строительства Москвы к использованию BIM.

Этот факт подтверждается и нормативно-правовой документацией. В табл. 1 представлены документы утвержденные и находящиеся на стадиях разработки и/или подготовке к утверждению.

Табл. 1. Нормативно-правовая документация, регламентирующая внедрение BIM-технологий в Российской Федерации

Утвержденные нормативно-правовые документы	Нормативно-правовые документы, находящиеся на стадии разработки и/или подготовке к утверждению*
ГОСТ Р 57310-2016/ ISO 29481-1-2010 «Моделирование информационное зданий и сооружений. Руководство по доставке информации. Методология и формат.	СП Информационное моделирование в строительстве. Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования
ГОСТ Р 57309-2016 (ИСО 16354:2013) Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов	СП Информационное моделирование в строительстве. Правила применения в проектах повторного использования и при их привязке.
ГОСТ Р 57311-2016 Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершеного строительства.	СП Информационное моделирование. Требования к формированию информационных моделей объектов капитального строительства для эксплуатации многоквартирных домов, реализованных по проектам повторного использования.
ГОСТ Р 57563-2017 ISO/TS 12911:2012 Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов ин-	ГОСТ Р Отраслевые базовые классы (IFC)

<p>формационного моделирования зданий и сооружений.</p> <p>ГОСТ Р ИСО 22263-2017 Модель организации данных о строительных работах. Структура управления проектной информацией</p> <p>ГОСТ Р 12006-2-2017. Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации</p> <p>ГОСТ Р 12006-3-2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией</p> <p>СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами</p> <p>СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла</p> <p>СП 328.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели</p> <p>СП 331.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах</p>	
--	--

*по данным ООО «Конкуратор»

В тоже время активность проведения исследований в области внедрения технологий информационного моделирования подтверждается большим количеством научных публикаций [1-12 и др.].

В отдельных исследованиях предлагается комплексное использование технологий информационного моделирования с геоинформационными системами [13].

В [14-16] рассматриваются вопросы применения технологий информационного моделирования в управлении строительными проектами, делаются первые шаги на пути развития технологий стоимостной оценки строительства в рамках развития концепции BIM-технологии.

Ряд авторов работает над проблемами использования технологий информационного моделирования для решения вопроса повышения энергоэффективности объектов [17].

Вместе с тем, внедрение технологий информационного моделирования или BIM-технологий в российских проектных компаниях все еще остается на невысоком уровне.

Таким образом, цель данной статьи сводилась к определению факторов, препятствующих внедрению BIM-технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для определения основных проблем на пути внедрения технологий информационного моделирования в РФ необходимо было провести оценку существующих программных продуктов, позволяющих перейти на эту технологию.

Для описания уровня зрелости информационных технологий, позволяющих перейти к использованию BIM –технологий, использована модель Бью-Ричардса, представленная на рис. 1.

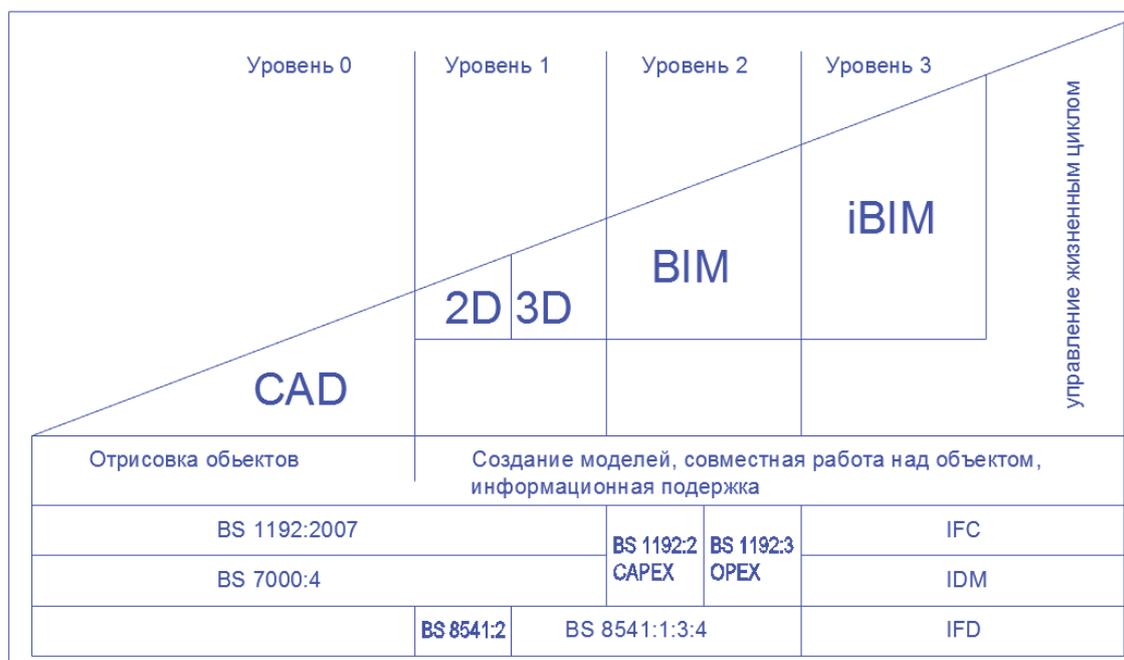


Рис. 1. Модель внедрения BIM-технологий Бью-Ричардса

Согласно данной модели принято выделять 4 уровня внедрения BIM.

Нулевой уровень (уровень плоского 2D черчения). Программы этого уровня позволяют создавать только традиционные плоские чертежи: отсутствует возможность работать с 3D объектами, равно как и возможность подключить какие-либо информационные потоки, будь то информация о поставщике, спецификации, объемы работ. На данном этапе данная информация заносится вручную.

Первый уровень (управляемый CAD в 2D или 3D формате). Программы, относящиеся к первому уровню, представляют собой смесь 3D моделей для создания объектов и 2D для выдачи документации и информационной поддержки продукта, однако здесь не обеспечена взаимосвязь между различными разделами документации. В основной процесс пакеты управления стоимостью не внедрены. Работа при этом ведется по стандарту BS1192:2007.

Второй уровень (управляемая 3D среда). Если программа относится ко второму уровню, то взаимодействие между различными разделами проектирования обеспечено за счет общих форматов файлов. Здесь предполагается полная взаимосвязь чертежей и 3D модели, т.е. визуализация модели во времени, расчет стоимости проекта в реальном времени. Работа при этом ведется по стандарту PAS 1192-2:2013 и по другим частям, не задействованным на первом уровне, стандарта BS1192:2007

Третий уровень (интегрированная и унифицированная 3D-среда). На третьем уровне обеспечена полная интеграция BIM моделирования. Все производственные отделы работают с одной общей моделью. Работа ведется в соответствии со стандартами ISO в области применения BIM технологий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенных исследований проведена оценка программных продуктов в области BIM технологий в соответствии с моделью Бью-Ричардса, которая представлена в табл. 2.

Оценка проводилась путем проектирования одного объекта в представленных программах.

Табл. 2. Оценка программных продуктов по модели Бью-Ричардса

	Архитектурная часть	Конструкторский блок	Инженерные сети	Сметная документация	Стоимость лицензии и/или подписки в год
GraphisoftArchicad	+		+		270 тыс. руб./лицензия 92 тыс. руб./год
AutodeskRevit	+	+	+	+	-/ 96тыс. руб.
NemetschekAllplan	+	+		+	Не найдено в открытом доступе
ЗАО «Нанософт»	+	+	+		210 тыс. руб./лицензия 84 тыс. руб./год
АСКОН Renga	+	+			130 тыс. руб./ 20 тыс. руб./год

* Цены указаны за часть Архитектурную/Конструкторскую/Инженерные сети

Оценка программных продуктов, представленная в табл. 2, позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время ни одно из рассматриваемых в статье решений не может оказывать поддержку объекта на стадии эксплуатации.

ВЫВОДЫ

Современные проектные организации все еще используют CAD решения, представленные такими программными продуктами, как AutoCAD, NanoCAD и др. В первую очередь, это обусловлено падением цен на программные продукты и появления возможности получения ПО по подписки.

Вместе с тем, программное обеспечение, разработанное для внедрения технологий информационного моделирования, все еще не совершенно, и в ряде случаев для выпуска рабочей документации приходится обращаться к классическим 2D CAD решениям.

На взгляд авторов, данный факт является основополагающим на пути внедрения BIM-технологий. Вместе с тем, современный уровень развития науки, позволяет модернизировать программные комплексы, разрабатывать новые более совершенные решения, что в конечном итоге неминуемо приведет к переходу к новым технологиям в области управления всем жизненным циклом строительного объекта.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карастоянов П.Д., Ткаченко К.Ю., Селиванова О.С., Бочарова А.А., Грачева А.С., Васильев М.Д., Хаширов З.А. Анализ перехода на технологии информационного моделирования зданий и сооружений (bim-технологии)// Экономика и предпринимательство. 2018. № 9 (98). С. 202-207.
2. Петров К.С., Кузьмина В.А., Федорова К.В. Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (bim-технологии)// Инженерный вестник Дона. 2017. № 2 (45). С. 89.
3. Бобаед О.Р. Технология информационного моделирования зданий//Новая наука: От идеи к результату. 2016. № 4-1. С. 19-21.
4. Литвиненко Е.В., Устюжанина И.А. Применение информационного моделирования зданий (bim-технологий) в россии//Экономика и бизнес: теория и практика. 2015. № 10. С. 64-66.
5. Селютина Л.Г., Тимофеев С.В. Анализ зарубежного опыта развития и использования технологий информационного моделирования в строительстве// В сборнике: Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития Материалы Второй Всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием и элементами научной школы для молодежи. Томский государственный архитектурно-строительный универси-

- тет; Байкальский государственный университет экономики и права; Братский государственный университет. 2015. С. 324-329.
6. *Нечаев И.И.* Путь развития технологий проектирования. Роль информационного моделирования зданий//Аллея науки. 2017. Т. 3. № 10. С. 764-768.
 7. *Вайсман С.М., Байбурун А.Х.* Разработка организационно-технологических решений в строительстве с использованием технологий информационного моделирования (тим)// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. Т. 16. № 4. С. 21-28.
 8. *Лушников А.С.* Оценка эффективности использования технологий информационного моделирования при реализации инвестиционно-строительных проектов// Вестник гражданских инженеров. 2016. № 5 (58). С. 186-194.
 9. *Чудинов Ю.Н.* О внедрении технологий информационного моделирования в строительстве //В сборнике: Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на дальнем востоке в ххi веке материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет». 2016. С. 237-240.
 10. *Ильина О.Н.* Управление проектами с использованием технологий информационного моделирования (bim) при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных объектов //Недвижимость: экономика, управление. 2017. № 2. С. 72-75.
 11. *Полищук В.П.* Особенности внедрения технологии информационного моделирования при проектировании объектов// БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 12 (1000). С. 26-27.
 12. *Михалев С.С., Игнатова Е.В.* Коллективное bim-проектирование в строительстве// В сборнике: Информационные системы, технологии и автоматизация в строительстве Электронный ресурс: сборник научных трудов кафедры ИСТАС НИУ МГСУ. Москва, 2015. С. 121-124.
 13. *Диденко А.А., Ковырзина К.С.* Совместное использование технологий информационного моделирования зданий и геоинформационных систем в городском планировании// Молодой ученый. 2016. № 10 (114). С. 45-51.
 14. *Нечаева И.М.* Анализ применения технологий информационного моделирования зданий в управлении строительными проектами// Научные исследования и разработки. Российский журнал управления проектами. 2017. Т. 6. № 2. С. 24-30.
 15. *Долотов М.М., Лисицын И.М.* Развитие технологий стоимостной оценки строительства в условиях применения информационного моделирования (BIM)// Механизация строительства. 2017. Т. 78. № 7. С. 52-55.
 16. *Новосёлова А.К., Стенькина О.М., Бородин С.И.* Трансформация деятельности строительной организации при внедрении технологий информационного моделирования в строительстве (BIM)// Управление инвестициями и инновациями. 2017. № 4. С. 73-78.
 17. *Захаров А.А., Гафиатулин Х.Г.* Использование технологий информационного моделирования как инструмент повышения энергоэффективности в строительстве//В сборнике: Энергосбережение. Наука и образование Сборник докладов международной конференции. 2017. С. 719-723.

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖИНИРИНГОВОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ КОНТРАКТОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

А.В. Гинзбург¹, Г.Н. Шинкарева²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ShinkarevaGN@mgsu.ru)

Аннотация

Представленная статья посвящена проблеме повышения эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов в перспективе жизненного цикла объектов на основе использования современных инжиниринговых схем организации строительства. Актуальность данной статьи определена необходимостью внедрения комплексного инжинирингового сопровождения инвестиционно-строительных проектов на протяжении всего жизненного цикла с максимальной ответственностью организатора строительства перед заказчиком в условиях наибольшей концентрации управленческих полномочий.

ВВЕДЕНИЕ

По данным Центра конъюнктурных исследований НИУ ВШЭ строительная отрасль до конца 2017 г. находилась в стагнационном экономическом «дрейфе» с проявляющимися признаками перехода строительства в зону компенсационного роста [5]. Однако индекс предпринимательской уверенности, характеризующий состояние делового климата в отрасли, в 3 квартале 2018 г. остается в диапазоне отрицательных значений (-15 %). Главными причинами, сдерживающими развитие строительной отрасли, по-прежнему остаются: «высокий уровень налогообложения», «высокая стоимость строительных материалов и оборудования» и «недостаток заказов».

Попытки оживления российского строительного комплекса посредством государственно стимулируемой точечной застройки на земельных участках в центре российских столиц, высвободившихся по программе «реновации» и строительства крупных социально-значимых объектов финансируемых государством (мост в Крыму, стадионы к чемпионату мира по футболу и пр.) с учетом вышеперечисленных тенденций не позволят в полной мере избежать кризисных явления в строительстве, т.к. решают вопросы увеличения темпов строительства локально, не меняя характера производства. Вместе с тем современное мировое развитие перешло в постиндустриальную, информационную эпоху, в которой движущей силой является инновационный характер производства, основанный на научных достижениях, оперативном внедрении новых технологий и эффективном управлении. Осознавая ограниченность резервов повышения эффективности и конкурентоспособности отечественного строительного сектора экономики в области материальных и финансовых ресурсов, назрела необходимость внедрения системных, научно-обоснованных методов организации и управления строительным производством. Инвестиционно-строительный инжиниринг, имеющий по своей природе двойственную структуру – инженерно-техническую и организационно-управленческую, как нельзя лучше подходит в качестве ретранслятора научных идей в производственную сферу.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Статья подготовлена с использованием официальных статистических данных [4], печатных изданий по теме применения инжиниринговой схемы организации работ [1-3] и контрактов жизненного цикла [5-7] в строительстве на принципах теории управления техническими и производственными системами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Инициированные Правительством РФ в мае 2013 года мероприятия, «Дорожная карта», в области инжиниринга и промышленного дизайна породили череду событий по поддержке и развитию инжиниринга во всех отраслях экономики: при Минпромторге сформировали Совет по инжинирингу и промышленному дизайну, в Российском Союзе Строителей был создан комитет по инжинирингу, на базе крупнейших технических вузов организовывались инжиниринговые кластеры. В феврале 2014 г. была создана временная комиссия Совета Федерации Федерального Собрания РФ по вопросам развития законодательства Российской Федерации об инженерной и инжиниринговой деятельности. Эти мероприятия, по сути, привели лишь к популяризации термина «инжиниринг», но фактически по-прежнему главенствует традиционная генподрядная организационная модель реализации инвестиционно-строительных проектов с большими рисками по строительству объектов в установленные сроки, в пределах сметного лимита и с обеспечением требуемого качества, что в целом негативно сказывается на развитии инвестиционно-строительного сектора экономики. На сегодня инвесторы в условиях дефицита финансовых ресурсов не готовы платить инжиниринговую ренту без видимых преимуществ, а так называемые инжиниринговые фирмы зачастую не готовы предоставить по факту декларируемый вид услуг, т.к. не обладают научным потенциалом, профессиональными компетенциями, опытом реализации комплексных контрактов и финансовым обеспечением для покрытия страховых рисков. С 2016 г. в стадии публичного обсуждения находятся проекты документов: Федеральные Законы «Об инженерной деятельности в РФ», «О профессиональных инженерах», о внесении изменений в Градостроительный и Гражданский Кодексы, в ФЗ «О промышленной политике в РФ». Основная идея законодательных инициатив заключается в попытке законодательного закрепления статуса профессионального инженера и комплексного урегулирования правовых отношений, связанных с профессиональной инженерной (инжиниринговой) деятельностью. Перечисленные законопроекты критически воспринимаются профессиональным сообществом и, как следствие, до сих пор не приняты к рассмотрению на законодательном уровне. За чрезмерной регламентацией инженерной деятельности прослеживается необоснованная бюрократизация инженерной профессии, но при этом не регламентируется инжиниринговая деятельность по комплексному управлению строительными проектами. Предлагаемые меры по формированию Реестра инженеров, организации региональных Палат, созданию аттестационной и ревизионной комиссий на данном этапе не повысят инвестиционную привлекательность инжиниринга и не решат в полной мере проблемы инженерной профессии. Строительным бизнесом и потенциальными инвесторами эти нововведения пока воспринимаются как очередное финансово-бюрократическое бремя по аналогии с СРО.

Возникает вопрос, почему инжиниринг в классической форме успешного зарубежного бизнеса не востребован в России.

Изучая экспертные мнения и научные работы по проблемам развития инжиниринга [1-3], анализируя зарубежный опыт организации инвестиционно-строительной деятельности можно сделать вывод, что на данном этапе в подавляющем случае «инжиниринговая деятельность» воспринимается участниками инвестиционно-строительного процесса как синоним «инженерной деятельности». Не смотря на морфологическую схожесть этих определений, в понятийном пространстве они имеют принципиальные различия. Инжиниринговая деятельность – оказание инженерно-консультационных услуг на возмездной основе с целью получения заказчиком и инвестором наилучших результатов от вложенных средств [5]. В свою очередь инженерная деятельность, основываясь на естественно-научных знаниях, является составной частью научно-исследовательских работ, конструкторских разработок, экспериментального производства и моделирования и не ограничена обязательностью получения коммерчески выгодных результатов. Иными словами, основа инжиниринговой деятельности – получение полезного эффекта от инженерной деятельности посредством проектного управления (рис. 1).



Рис. 1. Сравнительная схема инженерной и инжиниринговой деятельности

Необходимым условием конкурентоспособности и экономической привлекательности для заказчика инжиниринговой схемы управления по сравнению с другими вариантами реализации строительного проекта является обеспечение такого полезного эффекта, который позволит покрыть издержки на инжиниринговые услуги за счет оптимизации затрат в процессе строительства и своевременного ввода объекта в эксплуатацию, а в идеале обеспечит заказчику экономию лимитированных затрат. Достижение таких показателей возможно при реализации комплексных контрактов за счет объединения компетенций Проектировщика, Подрядчика и Поставщика, работающих по единым правилам, т.е. проекту управления.

Механизм проектного управления процессом строительства представляет циклическую форму развития по спирали. Цикл инжиниринговой деятельности в форме комплексного управления состоит из основных функций: планирование, управление, стимулирование (мотивация) и контроль (рис. 2).

Цикл инжиниринговой деятельности совпадает с жизненным циклом объекта: от инвестиционного замысла до реализации строительного проекта «под ключ». На выходе, образуется полезный эффект, который выражается для инвестора (заказчика) в форме завершенного строительством объекта в пределах сметных лимитов, в установленные сроки и с заданным качеством, а для компании – в форме материального вознаграждения (инжиниринговой ренты) и нематериальных активов, таких как повышение конкурентоспособности, престижа, профессионализма и компетенции сотрудников, обеспечение наследственности функций, формирование корпоративной базы инновационных проектных и технологических решений, и пр. При реализации каждого последующего цикла учитывается полезный эффект предыдущего. Накапливаемый материальный, научно-технический и профессиональный потенциал позволяет инжиниринговой компании повышать эффективность инвестиционного проекта, сокращая сметную стоимость и сроки строительства, в том числе за счет повышения качества выполняемых работ, обеспечиваемого высоким профессионализмом сотрудников и корпоративной системой контроля.

Основными принципами проектного управления при реализации комплексных контрактов являются:

- 1) безусловность соблюдения законодательства;
- 2) концентрация ответственности за реализацию проекта;
- 3) эффективность управления;
- 4) системный подход при выработке управленческих решений;
- 5) унификация управленческих и технологических решений, единство стандартов;
- 6) адаптация к изменяющимся условиям, целям и задачам;

- 7) использование научных достижений и передового опыта в области техники, технологии, управления производством;
- 8) автоматизация процессов управления на базе BIM- технологий;
- 9) повышение кадрового потенциала;
- 10) мотивация сотрудников на сокращение стоимости и сроков строительства при повышении качества.

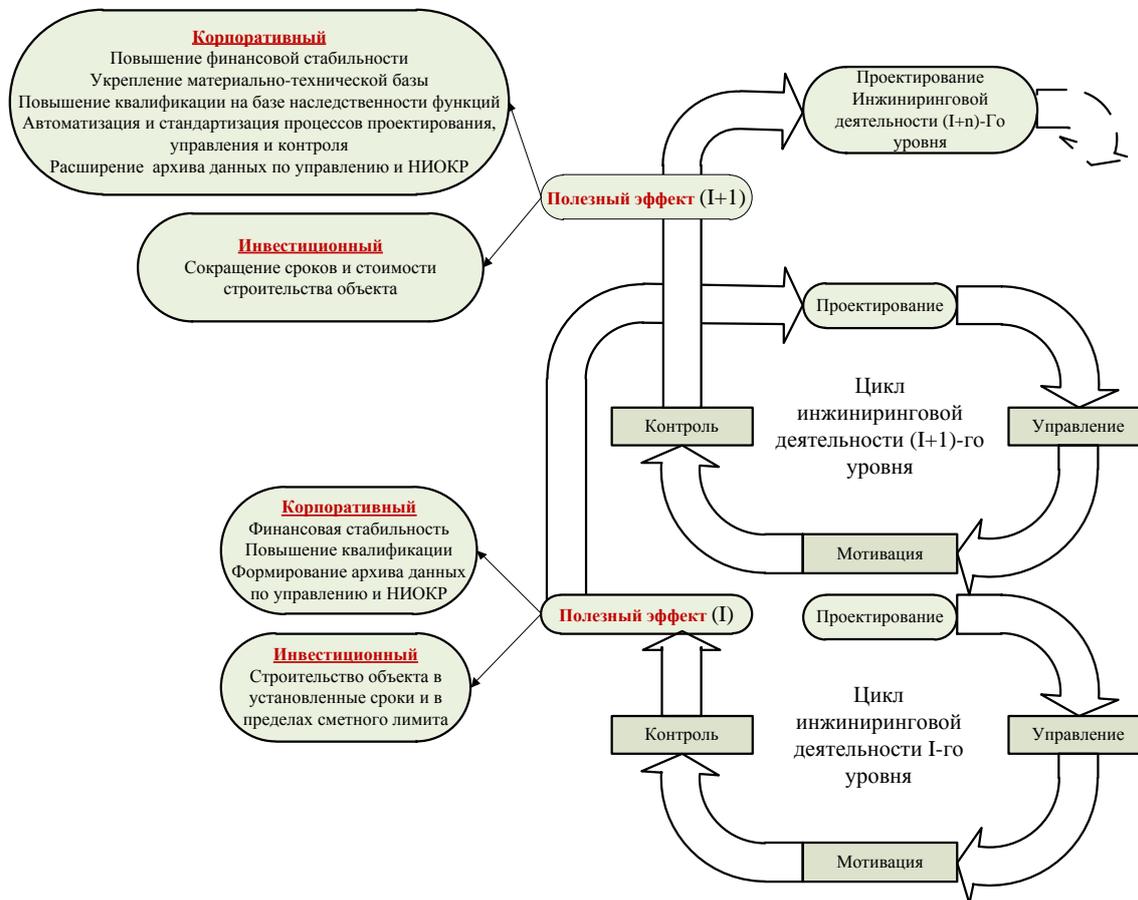


Рис. 2. Схема циклического развития инженеринговой деятельности

Положительный эффект от использования в строительстве комплексных контрактов необходимо рассматривать в виде сочетания отдельных элементов, которые во взаимодействии определяют перспективу деятельности инженеринговой компании: информационный, научно-технический, экономический и социальный эффекты. Эти эффекты определяются разными качественными критериями и не сопоставимы друг другу, но вместе с тем воздействуют на систему синергичным образом. В процессе инженеринговой деятельности научный эффект (теоретические открытия и разработки) переходит в прикладной, научно-технический эффект, который с развитием информационной составляющей о созданном объекте превращается в технический эффект. При реализации долгосрочных строительных контрактов жизненного цикла суммарная эффективность возрастает по мере реализации всех стадий проекта от инвестиционного исследования до ввода в эксплуатацию и получения ожидаемого эффекта.

ВЫВОДЫ

В итоге, использование инженеринговой схемы организации строительства для контрактов жизненного цикла особенно при строительстве крупных социально значимых инфраструктурных объектов очень важно для развития доверия между государством, частным

сектором и гражданским обществом, так как инжиниринговая компания гарантирует возведение объекта в установленные сроки, с обеспечением требуемого качества и в пределах сметных лимитов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качмазова, А.Д. Россия на международном рынке инжиниринговых услуг/А.Д. Качмазова// Молодой ученый. 2016. №4. С. 397-398. URL <https://moluch.ru/archive/108/25928/> (дата обращения: 15.01.2018).
2. Малахов, В.И. Зарубежным проектам нужна система/В.И. Малахов //Атомный эксперт. - 2017. - № 8. - с. 32.
3. Малахов, В.И. Контрактные стратегии реализации инвестиционно-строительных проектов / В.И. Малахов. - М. : ДПК-Пресс. - 2016. – 208 с.
4. Официальный сайт Федеральной службы Государственной статистики РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/B11_04/IssWWW.exe/Stg/d09/1-stroit.htm (дата обращения: 12.02.2018).
5. Первый многофункциональный портал для застройщиков и участников долевого строительства. Обзор состояния делового климата в строительной отрасли России в III квартале 2017 года [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://erzrf.ru/publikacii/obzor-sostoyaniya-delovogo-klimata-v-stroitelnoy-otrasli-rossii-v-iii-kvartale-2017-goda> (дата обращения: 19.02.2018).
6. Саркисянц Г. С. Бизнес, коммерция, рынок //Словарь-справочник. Под. ред. Машенцева А.Г., Саркисянца М.Д., Шарова Л.Д.–М.: Информпечать. – 1993. – 320 с.
7. Шинкарева, Г.Н. Контракты жизненного цикла – новый формат взаимодействия государства, инжиниринговых компаний и бизнеса/ Г.Н. Шинкарева, Л.А. Маслова //Научное обозрение. - 2016. - № 18. - С. 222-227.
8. Гинзбург А.В., Рыжкова А.И. Интенсифицирование развития энергоэффективных технологий с учетом организационно-технологической надежности / Научное обозрение, 2014, № 7, - с. 276-280.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А.В. Гинзбург¹, Е.В. Макиша², А.Ю. Хаустова³

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (GalkinaEV@mgsu.ru)

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (KhaustovaAYU@mgsu.ru)

Аннотация

Стремительное развитие окружающего нас мира и появление новейших методов его познания и совершенствования, порождает необходимость внедрения инновационных технологий во все сферы жизни современного человека. Строительство, по мнению авторов, является важнейшей сферой жизнедеятельности человека, так как люди постоянно находятся в контакте с объектами капитального строительства, сложнейшими сооружениями, памятниками архитектурного наследия и пр. Становятся принципиально важными вопросы обеспечения комфортности этого взаимодействия, которые включают в себя безопасность строительства и эксплуатации зданий и сооружений, удовлетворенность инфраструктурой и городской застройкой. В статье рассмотрены возможности внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности, которые смогут не только решить указанные вопросы, но и повысить эффективность реализации всех этапов жизненного цикла любого здания (сооружения), а также и информационную грамотность населения, что в размах развития политики и перехода к цифровой экономике достаточно важно для государства.

ВВЕДЕНИЕ

Трехмерное моделирование зданий и сооружений уже давно стало неотъемлемым этапом строительного проектирования, основной задачей которого является создание визуального представления о проектируемом объекте. Активное внедрение технологий виртуальной (англ. virtual reality, VR) и дополненной реальности (англ. augmented reality, AR) во многие сферы человеческой деятельности позволило предположить то, что их применение в строительном проектировании будет способствовать получению максимально полной картины об объекте на этапе проектирования. Более того, в скором времени могут появиться и другие варианты применения данной инновационной технологии в строительстве.

В представленной статье предлагается рассмотреть возможные направления внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в строительной сфере, а также выявить потенциальных пользователей данных технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования в статье стали технологии виртуальной и дополненной реальности.

Виртуальная реальность представляет собой созданный техническими средствами мир, передаваемый человеку через его ощущения. .

Дополненная реальность, в отличие от виртуальной, создается не полностью техническими средствами, а лишь дополняет воспринимаемую реальность посредством воздействия на органы чувств пользователя.

Упрощенный принцип работы дополненной реальности выглядит следующим образом:

1. Производится обработка изображения, получение наиболее полной информации об изображении от различных датчиков, при этом в процессе участвуют гироскопы, GPS, компас и пр.

2. Идентификация объекта по его ориентации и положению в пространстве, благодаря чему подгружается дополнительная и уточняющая информация, необходимая для работы.
3. Получение изображения объекта в перспективе в реальной среде [1].

В качестве методов исследования авторами были выбраны изучение и анализ, а именно:

1. Были изучены основные этапы проектирования и строительства объекта в соответствии с Градостроительным кодексом РФ.
2. На каждом этапе была проанализирована возможность внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности.
3. Отобранные этапы структурированы в соответствии с жизненным циклом объекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведенного исследования были определены и структурированы по этапам жизненного цикла объекта предполагаемые направления внедрения технологий виртуальной и дополненной реальности в строительной отрасли.

1. Проектирование.

1.1. Визуализация проектируемого объекта.

Пользователи: в большей степени проектные организации, а также остальные участники проекта.

Компьютерная визуализация будущих строительных объектов позволит участникам проекта перемещаться по этажам и помещениям зданий и сооружений еще до начала строительства. Помимо приближенного к реальности восприятия объекта, к плюсам можно отнести отсутствие необходимости выполнять навигацию по объекту стандартными средствами, предоставляемым программами трехмерного моделирования, которые не всегда позволяют получить то представление об объекте, которое требуется специалисту [2].

Более того, применение VR технологий позволит выполнять вариантное проектирование архитектурных, конструктивных и дизайнерских решений на новом уровне.

2. Строительство и реконструкция.

2.1. Выполнение государственного строительного надзора.

Пользователи: органы исполнительной власти.

Предметом государственного строительного надзора в отношении объектов капитального строительства, согласно Градостроительному кодексу РФ, является проверка соответствия выполнения работ и применяемых строительных материалов в процессе строительства, реконструкции объекта капитального строительства, а также результатов таких работ требованиям проектной документации [3]. Проведение этих проверок будет более эффективным при возможности сравнения в реальном времени фактического состояния строительного объекта с предусмотренным проектной документацией. Технология дополненной реальности способна реализовать эту потребность. В результате будет сокращена по времени сама процедура надзора, а также повышено качество строительной продукции за счет сокращения ошибок при строительстве.

2.2. Выполнение строительного контроля.

Пользователи: застройщик, технический заказчик, генеральный подрядчик, проектные организации.

Согласно Градостроительному кодексу РФ строительный контроль проводится в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства в целях проверки соответствия выполняемых работ проектной документации, требованиям технических регламентов, результатам инженерных изысканий, требованиям к строительству, реконструкции объекта капитального строительства [3].

При проверке соответствия проектной документации строящегося объекта в рамках строительного контроля может быть использован функционал AR технологий, описанный в пункте 2.1.

2.3. Проверка соответствия объемов выполненных работ календарному графику.

Пользователь: технический заказчик.

Задача отслеживания хода строительства заказчиком, как и выполнение строительного надзора и контроля, будет выполняться эффективнее с использованием технологии дополненной реальности [4].



Рис. 1. Пример применения технологии дополненной реальности для выполнения строительного надзора и контроля

3. Эксплуатация.

Пользователи: эксплуатирующие организации.

К числу задач эксплуатации здания (сооружения) относится обеспечение безаварийной работы инженерно-технических систем здания. При возникновении аварийной ситуации и необходимости ремонта или замены оборудования, важно иметь информацию о его технических характеристиках. Использование системы дополненной реальности, позволило бы службам в кратчайшие сроки находить необходимую информацию и устранять возникшую проблему [5].

Строительная отрасль достаточно обширна. Стоит обратить внимание также и на возможности применения VR и AR технологий для планирования и контроля градостроительной политики города, комфортного использования объектов современной инфраструктуры и пр. Здесь имеются две решаемые с помощью функционала рассматриваемых технологий задачи.

1. Градостроительное проектирование.

Пользователи: органы исполнительной власти, жители города.

Планирование города – это трудоемкая задача, ответственность, за выполнение которой, разделяется между администрацией и жителями. Благоустройство городской среды необходимо производить при согласовании обеих сторон. Для более четкого понимания грядущих изменений необходима правильная подача данных. Появляется хорошая возможность внедрения современных технологий работы с виртуальной и дополненной реальностью. Они могут быть использованы для планирования архитектурного и ландшафтного дизайнов, и в дальнейшем, обеспечат обоснованную обратную связь от целевой аудитории.

Некоторыми вариантами успешных разработок могут стать:

- навигация по инженерным коммуникациям для лучшего понимания ограничений и возможностей проектов благоустройства (с предусмотренными разными уровнями доступа для администраций и жителей);

- трёхмерная карта города в виртуальной реальности/дополненной реальности. У жителей появляется возможность сравнивать условия жизни в различных районах, улучшать местную инфраструктуру, вносить жалобы и предложения.

2. Взаимодействие жителей и современной инфраструктуры города.

Пользователи: жители города.

Навигационные приложения с режимами дополненной реальности способны давать исторические справки, основываясь на местоположении пользователя, создавая трёхмерные модели старых зданий поверх новых. С помощью дополненной и виртуальной реальности появится возможность воссоздания исторических событий и реконструкции исторических мест, что будет способствовать повышению грамотности населения. Визуализация данных при строительстве, реконструкции или реставрации различных групп объектов, происходящие в реальном времени будет полезна не только для всех участников процесса, но и для обычных жителей.

ВЫВОДЫ

На основании результатов исследования были сделаны следующие выводы:

1. Технологии виртуальной и дополненной реальности могут быть крайне полезны на всех этапах жизненного цикла строительного объекта. Их применение повысит скорость и качество проектирования и строительства, а также эффективность эксплуатации строительного объекта.

2. Технологии виртуальной и дополненной реальности могут стать важнейшими инструментами градостроительного проектирования, а также стать средой взаимодействия жителей и органов власти.

В качестве перспектив дальнейшего исследования данной тематики хотелось бы обозначить:

1. Определение комплекса технических средств виртуальной и дополненной реальности, необходимых по каждому из определенных направлений использования.

2. Оценка стоимости комплексов технических средств виртуальной и дополненной реальности, необходимых по каждому из определенных направлений использования.

3. Определение экономической эффективности применения технологий AR и VR.

4. Формирование выводов по полученным результатам; данные выводы могут стать основанием для внедрения/отказа от внедрения данных технологий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Foremana N., Koralloo L.* Past and future applications of 3-d (virtual reality) technology // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2014. № 6 (94).
2. *Volkov A.A., Batov E.I.* Sistemotekhnika funktsional'nogo modelirovaniya intellektual'nykh zdaniy [System Engineering of Functional Modeling of Intelligent Buildings]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2015, no. 10, pp. 188—193. (In Russian).
3. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2018). Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/. Дата обращения: 25.08.18.
4. Гарнитура «HoloLens» нашла свое применение на ранней стадии строительства. Режим доступа: <http://arnext.ru/articles/hololens-pomogaet-vizualizatsiya-zdaniya-22353>. Дата обращения: 20.08.18.
5. *A.V. Ginzburg, A.A. Volkov, O.M. Baranova.* Construction maintenance automation. The manual. М., MSUCE, 2000.
6. *Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А.* Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / Научное обозрение, 2015, №16, - с.461-464.

УРОВНИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЗДАНИЙ

П.К. Гудков¹, П.Б. Каган²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (GudkovPK@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (kagan@mgsu.ru)

Аннотация

В настоящей статье рассмотрены 3 уровня интеграции данных и проведена аналогия с действующими тенденциями в информационном моделировании зданий. Показана необходимость обеспечения интеграции данных.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность деятельности большинства предприятий не в последнюю очередь связана с качеством организации бизнес-процессов и степенью их интеграции с информационными технологиями. Процесс внедрения информационных технологий, переход в цифровое пространство не обошел стороной и строительный комплекс.

Ни для кого не секрет, что внедрение специализированных программных комплексов существенно снижает временные и трудовые затраты на механическую работу, за счет снижения человеческого фактора повышает качество конечного продукта, снижает его стоимость [1]. Следующим этапом внедрения информационных технологий является полный переход на электронный документооборот и перенос результата деятельности проектировщиков с чертежа, на информационную модель, чертеж которой является лишь одной из форм представления информации.

Однако, полный переход в информационное поле существенным образом зависит от слаженной работы различного программного обеспечения, отвечающего за разные стороны одного этапа или разные этапы жизненного цикла моделируемого объекта и до сих пор как для поставщиков различных программных продуктов, так и для конечных потребителей остается неразрешимой задачей.

Не стала исключением в обозначенной тенденции и строительная отрасль. Проектирование с применением систем автоматизации, постепенно, на государственном уровне постепенно замещается технологией информационного моделирования (ВІМ), а конечный результат проектирования и источник данных для последующего сопровождения жизненного цикла переходит от проектной документации в цифровую плоскость [2]. На первый план выводя соответствующее программное обеспечение.

Одной из основных проблем, обозначенная в качестве критерия зрелости ВІМ в 2008 году Марком Бью и Мервином Ричардсом - способность к обработке и обмену информацией при обеспечении жизненного цикла строительного объекта, до сих пор не реализована и не имеет повсеместного внедрения. Высшей степенью зрелости ВІМ определяется создание единого информационного поля для всех специалистов, способствующего эффективному выполнению проектов, проверки инженерных расчетов, составлению смет, проверки точности и согласованности работы различных участников процесса проектирования, возможностью последующего управления эксплуатацией здания (рис. 1) [3].

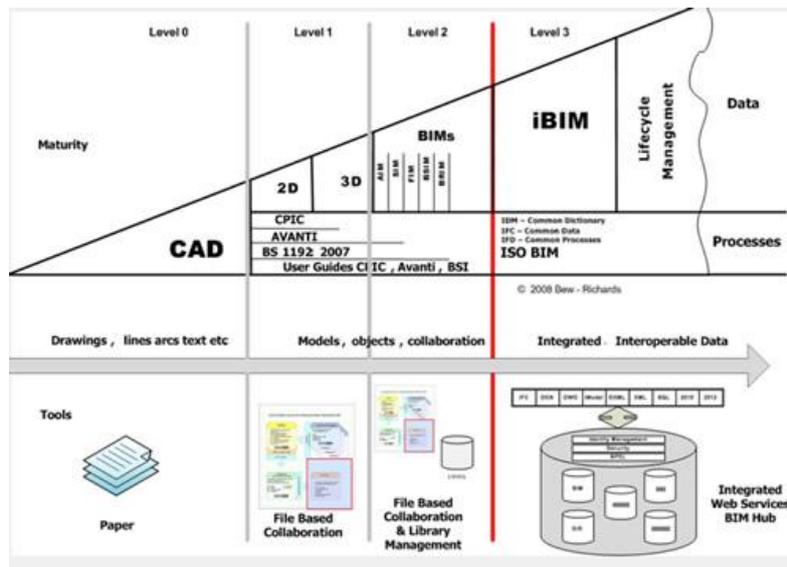


Рис. 1. Модель зрелости BIM

Исходя из того, что сама по себе информационная модель, фактически может состоять из множества отдельных связанных между собой подмоделей, вопрос обеспечения их связи и согласованности должен является одним из ключевых про совершенствовании технологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На протяжении развития систем автоматизации строительного проектирования и технологии информационного моделирования зданий, ровно, как и для любых других технологий отраслевой автоматизации проектирования можно выделялись ряд уровней реализации интеграции [4]:

- 1) физический;
- 2) логический;
- 3) семантический.

Физический уровень интеграции данных информационных моделей фактически представляет собой конвертацию данных из различных источников, в формат, читаемый конечным программным продуктом.

На заре развития систем автоматизированного проектирования данный уровень реализации интеграции данных между программными продуктами являлся самым простым для реализации в связи с чем, и имел и имеет до сих пор массовый характер.

Кроме того, в истории развития разработки программных считалось правильным разделение данных и контекста, смысловое значение данным, придавал человек, осуществляющий их обработку.

Физический уровень интеграции подразумевает разработку специального модуля программного обеспечения, который обеспечивает чтение и последующую запись данных в определенный файловый формат с добавлением соответствующей служебной информации.

Основные трудности при обеспечении интеграции на физическом уровне очевидны и связаны в первую очередь с возможным большим объемом форматов, требуемых к реализации (что подразумевает наличие в программе исчерпывающих данных, для работы сторонних программ), а также закрытостью большинства систем для сторонних разработчиков. Даже популярный на настоящее время формат DWG имеет несколько реализаций: проприетарную - доступную только ограниченному числу организаций, по договору с разработчиком – компанией Autodesk, и открытую, разрабатываемую некоммерческим консорциумом Open Design Alliance, спецификации которой размещены в открытом доступе.

До тех пор, пока объем и структура информации, количество пользователей одновременно участвующих в бизнес-процессе достаточно мало – обмен, основанный на различны

файловых форматах, не вызывает серьезных затруднений. Однако, как только к геометрической модели добавляется математическая модель, отношения между объектами, служебная информация – обмен информацией в виде файлов фиксированного формата становится очень громоздким, и может прямо образом влиять на отлаженность процедуры работы над проектом (рис. 2).

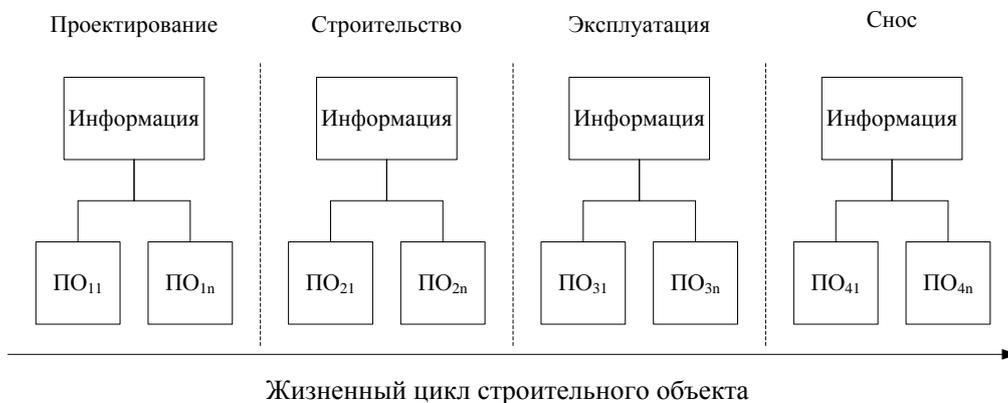


Рис. 2. Archicad взаимодействует с ПО 1 посредством формата *a*, с ПО 2 посредством формата *б* и т. д.

Файл и информация в нем, для данного уровня интеграции не являются конечной целью работы, в лучшем случае они являются формой передачи данных из одного программного обеспечения в другое.

В качестве ответа на возрастающие сложности при обмене большими объемами взаимосвязанной информации, достигается интеграция на **логическом уровне**. Данный уровень подразумевает наличие единой модели данных (глобальной схемы) – описания структуры данных в качестве объектов и их декомпозиции на различных уровнях, их спецификации (допустимые свойства и пороговые значения) и взаимосвязи.

На настоящий момент обмен информацией в рамках информационного моделирования зданий тесно связан со стандартом, созданным в рамках идеологии EXPRES – Industrial Factory Class (IFC), реализующим логический уровень интеграции для строительной отрасли. Формат IFC, фактически состоит из двух частей: первая это глобальная схема (schema) данных, описывающая структуру данных, объекты различных уровней их взаимосвязи, вторая это непосредственные конечные файлы, содержащие описание модели, являющиеся средством передачи данных, связей из одной модели в другую в соответствии с глобальной схемой.

При передаче данных между моделями, информация, содержащаяся в конечном файле может быть верифицирована на соответствие схеме.

Глобальная схема наполняется консорциумом разработчиков, в который входят специалисты, представители отрасли. Представляя отдельно взятое направление деятельности, участники вносят вклад в развитие той части IFC, которая соответствует их интересам. Благодаря чему в IFC реализованы максимально общие определения объектов и информации, а также сущности, обеспечивающие дальнейшую детализацию, соответствующую конкретной задаче. Общая схема представлена на рисунке 2 [5, 6].

Схема IFC состоит из нескольких уровней, которые определяют от самых простых свойств общих для множества логических элементов модели, до уникальных характеристик отдельного физического объекта.

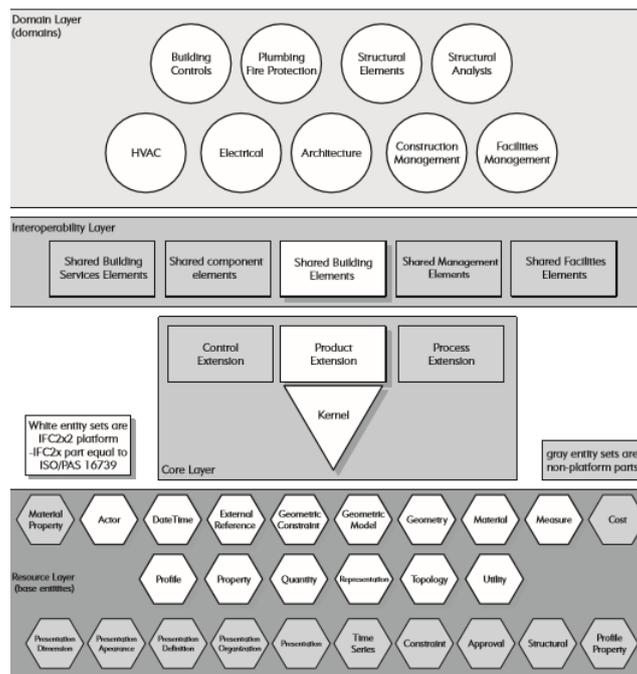


Рис. 3. Архитектура IFC. Каждая подсистема ресурса и ядра имеет структуру сущностей определяющих моделей, определенных на уровне совместимости и предметной области

Проблемы появляются, когда глобальная схема данных перестает быть единственной и появляется несколько вариантов описания единой предметной области в различных терминах.

Указанную проблему призван решить **семантический уровень** интеграции данных.

Таким образом, если в рамках IFC для информационной модели создается исключительно иерархия сущностей, а связь, осуществляется по средствам явной связи между объектами при проектировании, по средствам объектно-ориентированных механизмов, таких как: наследование, композиция или агрегация без, сохранения смысловой связи, то при достижении интеграции на семантическом уровне, связь может осуществляться на лету, на смысловом уровне, без достижения предварительного согласования схемы.

Среди наиболее распространенных подходов к интеграции данных выделяется подход, основанный на использовании семантических посредников, как правило, разрабатываемых для конкретной, узкой, предметной области. Средствами посредников обеспечиваются унифицируемые мета описания, обеспечивающие в дальнейшем интеграцию.

К настоящему времени появился ряд работ, посвященных решению проблемы семантической интеграции данных из множества источников, в том числе и в рамках информационного моделирования зданий [7-11], в которых для представления глобальной схемы в системе интеграции данных предлагается использовать аппарат дескриптивных логик, воплощенный в языке описания онтологий OWL (Ontology Web Language).

Дескрипционные логики представляют собой семейство языков, позволяющих формально и однозначно описывать понятия в какой-либо предметной области. Каждый класс («концепт») может быть соотнесен с другим подобным ему концептом путем добавления тэгов метаданных, указывающих на свойства, общие черты, различия и т.д. Расширение моделей тэгами позволяет создавать такие структуры, которых раньше не могло быть. В семантической модели любая информационная единица представляется графом, что упрощает ее модернизацию; например, слияние двух моделей сводится к объединению их графов. Информационная единица может быть представлена идентификатором Uniform Resource Identifier (URI), посредством которого могут быть установлены отношения между двумя или большим числом информационных единиц.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Возвращаясь к модели зрелости BIM, третий уровень которой предполагает единую интегрированную модель, наполняемую и используемую всеми участниками процесса обеспечения жизненного цикла здания, важно понимать, что фактически модель представляет собой заранее структурированные и спроектированные подмодели, отвечающие за различные этапы жизненного цикла и наполняемые изменяемые в его процессе.

Вопросы интеграции данных и стандартизации в данной области отходят на второй план, когда речь идет о программном комплексе, охватывающем весь жизненный цикл, единого разработчика или объединенной группы разработчиков. Но подобный подход не может учитывать все тонкости отдельно взятого проекта, в связи с чем, нередко, требуется узкоспециализированное программное обеспечение, способное работать с информационной моделью, либо внесение корректировок в структуру модели.

В этом случае, вопросы интеграции выходят на первый план. В связи, с чем важным становится обеспечение интеграции на каждом уровне.

В данном случае начинают работать глобальные схемы, а также объектные механизмы, такие как наследование, наполнение, композиция, а также практики: заранее определенные интерфейсы, классы, пространства имен.

Тем самым может быть достигнута необходимая универсальность и гибкость при передаче данных, определяя минимальный набор данных, требуемые для корректной работы, их формат и объем в заранее спроектированной схеме данных для передачи из одного ПО в другое, а также оставляя возможность расширять модель под требования конкретного проекта, расширяя и конкретизируя эти объекты (классы).

ВЫВОДЫ

Внедрение в процесс информационного моделирования более совершенных методов обеспечения взаимодействия и интеграции данных ведет к упрощению организационного взаимодействия между различными участниками единого процесса обеспечения жизненного цикла здания как на одном этапе, так и на разных этапах. Что приводит к упрощению ввода в эксплуатацию дополнительные информационные системы потребители информации, хранимой в модели – например системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) или системы планирования ресурсов (ERP).

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.Б. Кригер «Информационный менеджмент: учебное пособие» // ТИДОТ ДВГУ, 2010, Владивосток.
2. Утвержден перечень поручений по итогам Госсовета по строительству [Электронный ресурс] // Режим доступа <http://www.minstroyrf.ru/press/utverzhdn-perechen-porucheniy-po-itogam-gossoveta-po-stroitelstvu> (дата обращения: 01.05.2017).
3. Bew, M., and Richards, M., 2008. Bew-Richards BIM Maturity Model.
4. М.Р. Когаловский. Методы интеграции данных в информационных системах - Сб. трудов Третьей Всероссийской конференции "Стандарты в проектах современных информационных систем". Москва, 23-24 апреля 2003 г.
5. С.Eastman, P.Teicholz, R.Sacks, K. Liston BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors // Wiley Press, 2011.
6. Industrial Factory classes 2x3 specifications [электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x3/TC1/html/index.htm> (дата обращения 11.11.2017).
7. Bukhari, A.C., Nagy, M.L., Krauthammer, M., Ciccacese, P. and Baker, C.J.O., 2015. BIM: An open ontology for the annotation of biomedical images, Ceur Workshop Proceedings 2015.

8. Chen, G. and Luo, Y., 2017. A BIM and ontology-based intelligent application framework, Proceedings of 2016 IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference, IMCEC 2016 2017, pp. 494-497.
9. Pauwels, P., Krijnen, T., Terkaj, W. and Beetz, J., 2017. Enhancing the ifcOWL ontology with an alternative representation for geometric data. Automation in Construction, 80, pp. 77-94.
10. Niknam, M., & Karshenas, S. (2017). A shared ontology approach to semantic representation of BIM data. Automation in Construction, 80, 22-36. doi:10.1016/j.autcon.2017.03.013.
11. OWL Web Ontology Language Guide [электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/> (дата обращения 11.11.2017).
12. Wache H. Ontology-Based Integration of Information – A Survey of Existing Approaches / H. Wache, T. Voegelé, U. Visser, H. Stuckenschmidt, G. Schuster, H. Neumann and S. Hubner // Proceedings of the IJCAI- 01 Workshop on Ontologies and Information Sharing, Seattle. – USA, August 4-5, 2001. – P. 108-118.
13. Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А. Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.
14. Каган П.Б., Фартдинова А.Р. Применение BIM-технологий для определения технико-экономических показателей при выполнении строительно-монтажных работ / БСТ – Бюллетень строительной техники, 2018, № 1 (1001), с. 24-25.

О МОДЕЛИРОВАНИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА ДЕВЕЛОПМЕНТА НЕДВИЖИМОСТИ

Е.А. Гусакова¹, Е.В. Романова²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (GusakovaEA@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (RomanovaEV@mgsu.ru)

Аннотация

В условиях роста масштабов, сложности и числа участников инвестиционно-строительной деятельности, приоритеты управления проектом стали планомерно смещаться к девелоперским компаниям. Широкий диапазон функций, выполняемых в процессе реализации проекта, ставит перед девелопером задачи организации, координации и контроля многочисленных и разнообразных взаимоотношений прямых и косвенных участников проекта, учета соответствующих специфических рисков и максимально всестороннего обоснования принимаемых коллективных решений.

Проанализированы риски участников проекта и классифицированы на пять групп: градостроительные и технологические, проектно-функциональные и объёмно-планировочные, административные, юридические и экономические риски. Рассмотрены функциональные возможности современных СУИД (систем управления инженерными данными) и PDM-систем (Product Data Management) для решения проблем и задач управления рисками, обоснования коллективных управленческих решений, выстраивания эффективной системы отношений и оперативного управления развитием проекта недвижимости. Показано, что актуальной задачей является расширение функционала систем управления данными под задачи управления взаимодействием участников проекта на ранних, предпроектных и предынвестиционных стадиях жизненного цикла проекта девелопмента.

ВВЕДЕНИЕ

До недавнего времени в России для освоения земельных участков вполне хватало деятельности застройщиков, решающих задачи реализации больших объемов работ в короткие промежутки времени. Однако с ростом масштабов и сложности возводимых объектов, ростом значимости критериев прибыльности при меньших затратах денег и времени, постепенно приоритеты управления стали смещаться к девелоперам, которые способны решать задачи подобного уровня. Так, закономерно, ведущими участниками инвестиционно-строительной деятельности становятся девелоперские компании [1, 2].

Современные девелоперы осуществляют весь комплекс работ от поиска участков земли, строительных подрядчиков, проектирования, получения разрешительных документов, до поиска покупателей площадей и управления построенной недвижимостью. Такой широкий диапазон работ и выполняемых функций вынуждает девелопера в процессе реализации проекта вступать в многочисленные и разнообразные взаимоотношения с инвесторами, проектировщиками, подрядчиками и субподрядчиками, производителями и поставщиками строительных материалов, государственными и общественными организациями и службами, собственниками недвижимости, конечными пользователями объекта недвижимости и другими профессиональными участниками рынка [3]. Каждый из множества участников имеет свои целевые приоритеты в проекте и каждый является потенциальным носителем определенного рода рисков. А поскольку лишь девелоперская компания отвечает за реализацию проекта в целом, она напрямую заинтересована в управлении взаимодействием участников и потенциально возможными рисками проекта [4].

Риски участников проекта можно объединить в группы по признаку влияния на недвижимость как инженерно-строительный объект, объект управления, объект потребления и актив:

- риски технологические и градостроительные связаны с плохой проработкой проекта развития недвижимости в части материалов и технологий, а также неверным выбором места расположения объекта;

- риски проектно-функциональные и объемно-планировочные связаны с недостаточной проработкой тенденций и направлений развития потребностей рынка недвижимости;

- риски административные связаны с существенным изменением условий реализации проекта, вступающим в силу по инициативе федеральных властей и органов местного управления;

- риски юридические связаны с необходимостью четко определить права участников проекта на земельный участок, на создаваемый объект недвижимости, закрепить взаимные обязательства участников проекта друг перед другом и т.д.;

- риски экономические вызваны сложностями анализа и прогноза развития рынка недвижимости и экономики в целом.

Управление взаимодействием участников и соответствующими рисками на каждом конкретном этапе реализации проекта требует от девелопера управленческих решений, принятие и выполнение которых в большинстве случаев должно базироваться на комплексном анализе больших объемов разнородной информации. С этой точки зрения основная сложность реализации проекта заключается в том, что каждый из участников имеет собственные специфические цели, мотивы и приоритеты участия в проекте. Зачастую они провоцируют конфликт интересов участников инвестиционного процесса. В таких условиях эффективная реализация проекта невозможна. Стратегическая задача девелопера – обеспечить слаженное взаимодействие звеньев инвестиционного процесса в строительстве, эффективную кооперацию и координацию их действий, консолидацию положительных эффектов на всех этапах реализации проекта – от инициирования до ввода в эксплуатацию [4, 5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При проведении данного исследования были использованы методы анализа научных источников и программных продуктов, изучение и обобщение накопленного опыта информатизации и моделирования управления взаимодействием участников инвестиционно-строительной сферы в целом и проекта девелопмента недвижимости в частности. Данные методы позволяют определить проблемную область исследования, описать и обосновать достигнутый уровень решения задачи исследования, определить новые стороны и аспекты рассмотрения проблемы, что в конечном итоге дает возможность перейти к процессу моделирования более эффективных систем поддержки принятия решений участниками проекта девелопмента недвижимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для обоснования управленческих решений, выстраивания эффективной системы отношений и оперативного управления девелоперу необходим не только неограниченный доступ ко всей информации, касающейся реализуемого проекта, но и адаптированная под проект система инструментов, методов и моделей обработки данных. Частично такой доступ могут предоставить современные СУИД и PDM-системы [6, 7].

СУИД (система управления инженерными данными) представляет собой систему данных, которая фиксирует сеть связанных объектов и связи между ними для интуитивной навигации, например, между элементом проектирования и многими документами, где этот элемент описан или используется.

Управление инженерными данными в сфере строительства помогает обосновывать и принимать управленческие решения на каждом этапе жизненного цикла объекта [8, 9].

На стадии проектирования полный набор данных о возводимом сооружении, объединенный в структурированную систему, становится надежной базой для качественного проектирования объекта. Кроме того, такая информационная платформа позволяет оперативно и своевременно проводить экспертизу проектных решений на соответствие техническим требованиям и устранять коллизии.

На стадии строительства управление инженерными данными даёт возможность грамотно планировать проводимые работы и формировать точные календарно-сетевые графики. Регулярное обновление сведений в системе позволяет проводить мониторинг эффективности реализации проекта и составлять достоверную рабочую документацию. На системе инженерных данных базируется организация поставок техники и материалов, а также выпуска нестандартного оборудования и конструкций.

На этапе ввода в эксплуатацию при условии постоянной актуализации инженерных данных формируется и демонстрируется реальная картина готовности объекта. Инженерные данные из системы удобно переводить в организационно-технические схемы для проведения пусконаладочных и иных испытаний. Благодаря этому легко получить нужную информацию для проведения оперативной проверки исполнительной и эксплуатационной, экспертной и разрешительной документации.

В период эксплуатации система инженерных данных является удобной основой для полноценной эксплуатации и технического обслуживания объекта. С её помощью проводится контроль технологических процессов текущей эксплуатации и рационального распределения ресурсов. На основе систематизированной информации принимаются более обоснованные решения в отношении реконструкции, ремонта и модернизации сооружений. Кроме того, возможность получения полного представления о состоянии объекта обеспечивает более высокий общий уровень эксплуатационной безопасности здания.

На стадии ликвидации проекта и вывода объекта из эксплуатации инженерные сведения об изменениях, которые вносились в конструкции сооружения в течение жизненного цикла, помогут оперативно выполнить демонтаж оборудования и найти решения для задач консервации, демонтажа и утилизации объекта [1].

В профессиональной сфере для задач информатизации взаимодействия участников проекта наряду с информационной платформой СУИД используют системы PDM.

Программное обеспечение PDM-системы (Product Data Management) используется для управления в единой центральной системе данными о продуктах и связанной с процессом информацией. Эта информация включает в себя данные автоматизированного проектирования (CAD), модели, информацию о деталях, инструкции по изготовлению, требования, примечания и документы. Система PDM программно обеспечивает безопасное управление данными, процессами и конфигурацией. PDM охватывает полную картину жизненного цикла объекта, позволяя корректировать, синхронизировать, контролировать источники данных и выполнять презентации и спецификации данных. Система даёт возможность наладить взаимодействие между пользователями, контролировать большие потоки инженерно-технической информации, получать разграниченный доступ к данным на любой стадии разработки/возведения объекта.

Именно поэтому, говоря о задачах информатизации управления взаимодействием участников проекта девелопмента недвижимости, следует, прежде всего, рассмотреть возможности PDM-систем. Современными примерами PDM, используемыми в России, являются TDMS (от компании «CSoft Development»), Lotsia PMM+ (от компании «Люция Софт»), Неосинтез (от АО «НЕОЛАНТ»), Pilot-ICE (от компании «Аскон») [10] и др.

Практика показывает, что функционал, предоставляемый PDM, недостаточен для полноценной и качественной работы девелоперской компании. Он требует расширения и адаптации под исследуемый тип или вид проектов и объектов. Рассмотрим это на примере отечественной системы управления инженерными данными Pilot-ICE, представляемой на рынке как PDM-система.

Компания АСКОН предлагает данную систему небольшим проектным организациям, проектным институтам, бюро, мастерским, производственно-конструкторским отделам промышленных предприятий. В соответствии с заявленным функционалом данный инструмент служит для организации коллективной работы над проектами, надежного хранения данных и автоматизирует работу организации по следующим задачам:

- Планирование работы и управления проектами через модуль Rubius Project Manager;
- Управление исполнительской дисциплиной через инструменты выдачи заданий и контроля их исполнения;
- Организация коллективной работы при создании проектно-сметной документации: создание чертежей и моделей, согласование электронных документов и долгосрочное хранение на виртуальном диске со свободным доступом;
- Согласование документов внутри организации;
- Управление корпоративным контентом проектной организации;
- Взаимодействие с подрядчиками и заказчиками через юридически значимый электронный экспорт/импорт документации между контрагентами с применением электронных подлинников и электронной подписи, в результате чего заказчик получает готовый комплект проектной документации;
- Анализ данных, формирование управленческих отчетов, представление их в наглядной форме (диаграммы, графики, таблицы).

Кроме стандартного набора решений создатели Pilote-ICE постоянно выпускают новые модули расширения, позволяющие расширить функционал, включенный в базовый комплект продукта и адаптировать систему, ориентируясь на нужды и задачи заказчика [10].

Сопоставим описанный функционал PDM-системы и перечень типовых задач, регулярно решаемых девелопером:

- проведение маркетинговых исследований;
- создание положительного имиджа проекта через установление связей с населением;
- проектный анализ с оценкой эффективности и рисков;
- технико-экономическое обоснование;
- обоснование инвестиционной привлекательности;
- планирование реализации инвестиционного проекта;
- подготовка и оформление исходно-разрешительной документации;
- выбор схемы финансирования и контроль ее реализации;
- заключение договоров с проектными организациями на разработку и корректировку проектной документации, ведение авторского надзора;
- организация материально-технического обеспечения проекта;
- формирование специфических баз данных;
- подбор участников проекта;
- организация процесса строительства;
- производственная и транспортная логистика;
- координация работы всех участников проектов;
- обеспечение технического надзора и системного управления качеством проекта;
- управление проектами в процессе строительства;
- юридическое обеспечение;
- оформление актов сдачи-приемки работ;
- организация сдачи-приемки и гарантийного обслуживания проекта;
- решение возникающих вопросов с органами местной власти и общественностью.

Из сопоставления программного продукта и перечня задач видно, что предлагаемый функционал охватывает только часть задач девелоперской компании в работе над проектом. Сравнительный анализ предлагаемого функционала и подлежащих решению задач показывает, что современные PDM-системы могут быть использованы девелоперской компанией, только начиная со стадии проектирования. Вся предпроектная стадия остается вне функцио-

нала существующих систем управления данными. А она-то и является первой и решающей для начала работы над конкретным проектом. При том, что именно здесь происходит сбор информации о возможностях, условиях, стоимости, рисках и т.п. – информации которая будет положена в основу принятия решения реализации или отказа от конкретного проекта. Кроме того, на предпроектной и прдинвесиционной стадии выстраивается система взаимоотношений между участниками проекта и заинтересованными лицами, определяются и коррелируются их цели, распределяется сфера и мера ответственности. Базы данных, полученные на этом этапе, должны не только лечь в основу данного конкретного проекта, но и аккумулироваться у девелопера для создания портфеля проектов [11, 12].

Принятие решения о включении в портфель очередного проекта опирается на следующие процедуры: инвестиционный анализ рассматриваемых строительных проектов; ранжирование их в соответствии с показателями эффективности инвестиций; выбор наиболее доходного проекта с учетом возможностей девелоперской организации; прогнозирование доходности с учетом развития рынка недвижимости; планирование портфеля проектов и программы работ девелоперской организации на среднесрочный и долгосрочный периоды производственной деятельности [13]. Выполнить все эти процедуры в «ручном режиме» без использования средств автоматизации в настоящее время не представляется возможным. Ряд программных продуктов (Project Expert, Forecast Expert, Бизнес-Прогноз) позволяет автоматизировать данные процедуры и создать информационно-аналитическую систему, которая помогает лицу, принимающему решение, включать девелоперский проект в инвестиционный портфель или отклонять его.

В организациях, где отсутствует автоматизированная система поддержки принятия решений, на любой стадии существования проекта наблюдается высокая вариативность, изменчивость решений в зависимости от изменения условий его реализации. Управленческие решения становятся ведущим средством стабилизации и адаптации проекта к изменяющимся условиям, к условиям неопределенности [14].

Поскольку над реализацией девелоперского проекта обычно работает целая проектная команда, процессы принятия решений включают одновременно процессы индивидуального и группового выбора. При принятии решения проектная команда и ее руководитель могут воспользоваться одним из трех методов:

1. Формальный метод, основанный на статистических, математических моделях;
2. Эвристический метод, использующий аналогию и имитационное моделирование;
3. Метод экспертных оценок, который в настоящее время считается наиболее приемлемым и даже обязательным инструментом анализа в сочетании с другими методами [15].

Все способы принятия решений находятся в рамках двух крайних «полюсов» - решений индивидуальных и решений групповых. На разных участках этого континуума меняется соотношение меры единоначалия и коллегиальности в подготовке и принятии управленческого решения. Существует мнение, что в целом наиболее эффективны те решения, обоснования которых готовятся коллегиально, но принимаются индивидуально [16]. Однако индивидуальное принятие решений имеет существенные психологические ограничения, связанные с особенностями лица, принимающего решение. Незнание и игнорирование этих особенностей способно привести компанию к серьезным проблемам. В числе основных барьеров и ограничений выделяют поспешность; промедление, эмоциональные обоснования решения; неспособность лица принимающего решения, признавать свои ошибки; самоуверенность, закрывающая возможность использовать положительный опыт и знания других участников проекта [15].

ВЫВОДЫ

Таким образом, современные проекты развития недвижимости ставят перед девелоперскими организациями актуальные задачи управления взаимодействием большого количества участников и проблемы информатизации соответствующих процессов. Как показал анализ,

решение данных задач основывается на функционале программных продуктов и систем управления инженерными данными. При этом информатизация взаимодействия и процессов принятия коллективных решений требует расширения предлагаемого функционала существующих программных продуктов и разработки необходимых модулей, моделей и инструментов, позволяющих девелоперской компании решать задачи ранних стадий жизненного цикла проекта.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов А.С., Гусакова Е.А. Основы организации и управления строительством, Издательский дом URAIT. 2017. 260 с.
2. Кузьмина Т.К., Синенко С.А., Славин А.М. Совмещение функций основных участников инвестиционно-строительной деятельности на современном этапе. // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 6. С. 71-75.
3. Семенов М.Е. Особенности взаимодействия участников инвестиционного процесса при реализации проектов жилищного строительства // Интернет-журнал Науковедение. 2013. № 3. Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/41ergsu313.pdf>. Дата обращения 20.08.18.
4. Гусакова Е.А. Системотехника проектов девелопмента недвижимости: актуальные подходы и модели. // Международный журнал «Экономика и предпринимательство». 2017. № 3-2 (80-2). С.869-873.
5. Гусакова Е.А., Ушакова Ю.В. Организационно-технологический генезис масштабных девелоперских проектов московского региона // Международный научно-технический журнал «Недвижимость: экономика, управление». 2015. № 1. С. 54-60.
6. Управление инженерными данными от LMP Project Group. Режим доступа: <http://lmp-project.com/ru/services/upravlenie-inzhenernymi-dannyimi-proekta/>. Дата обращения 20.08.18.
7. PDM и PLM системы Режим доступа: <http://asapcg.com/press-center/articles/pdm-i-plm-sistemy/>. Дата обращения 20.08.18.
8. Гинзбург А.В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 9. С. 61-65.
9. Гинзбург А.В., Нестерова Е.И. Технология непрерывной информационной поддержки жизненного цикла строительного объекта // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. 2011. № 5. С. 317-320.
10. Pilot-ICE Enterprise. Режим доступа: https://support.ascon.ru/source/documents/2015-12-Pilot%20Ice%20Ent_print.pdf. Дата обращения 20.08.18.
11. Волков А.А Воложенин А.С. Выбор эффективной системы управления базами данных для проектов автоматизированных систем обработки информации и управления в строительных организациях // Научное обозрение. 2016. № 7. С. 240-246.
12. Орлов А.К. Организационно-экономические аспекты реализации инвестиционно-строительных мегапроектов // Экономика и предпринимательство. 2015. № 6-3 (59-3). С. 545-548.
13. Ермолаев Е.Е. Формирование организационно-экономического механизма развития новых форм хозяйствования в инвестиционно-строительной сфере. Автореф. на соиск. ученой степ. докт. экон. наук: 08.00.05 СПб., 2009. - 38 с.
14. Карпов, А.В. Психология принятия решений в профессиональной деятельности. Ярославль: ЯрГУ, 2014. 164 с.
15. Мокшанцев Р.И. Психология переговоров. М.-Новосибирск, 2002. 352 с.
16. Чердниченко И.П., Тельных Н.В. Психология управления. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. 608 с.

РАЗВИТИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н.В. Данилина¹, С.С. Руденко²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (danilinanv@mgsu.ru)

²ГАУ «Институт Генплана Москвы», 125 047, Россия, г. Москва, 2-я Брестская улица, дом 2/14 (srudenko@genplanmos.ru)

Аннотация

Современные тенденции информатизации и компьютеризации процесса строительства городских объектов диктуют необходимость развития соответствующих технологий. Идея объединения всех фаз цикла объекта строительства в единую информационную структуру является одной из наиболее актуальных для исследования и внедрения в области планирования, проектирования и управления данным циклом. В данном аспекте развитие BIM-технологии в области градостроительного проектирования представляет собой перспективное направление для исследований. Проблемой является то, что объектом BIM-технологии является здание, в то время как объектом проекта планировки является территория. Настоящая статья представляет подход к проектированию территории с использованием основных принципов BIM-технологии, предлагая один из вариантов объединения этапов предпроектного градостроительного проектирования территории и проектной рабочей документации объекта строительства.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все более актуальным является направление интеллектуального строительства, одной из задач которого является объединение различных фаз жизненного цикла объекта строительства в единой информационной модели. С точки зрения градостроительства, актуальным вопросом для исследования является поиск решения, как объединить предпроектный этап разработки градостроительной документации на территорию размещения строительного объекта и проектный этап разработки рабочей документации. необходима разработка единой информационной модели, которая объединит этапы и обеспечит преемственность целей, задач, принципиального решения комплексного развития объекта в контексте конкретной территории.

Решение данной задачи может быть обеспечена развитием существующей BIM-технологии, путем расширения возможностей моделирования с о строительного объекта на территорию его размещения. Неизменными останутся принципы моделирования:

- создание единой 3D модели территории и объекта строительства;
- соединение всей доступной о будущем сооружении информации в единое целое с привязкой к существующему землепользованию, рельефу, транспортной, пешеходной, инженерной схемам, и.т.п.

В настоящее время процесс создания BIM – модели начинается с работы архитектора - создания архитектурно-конструктивной модели здания. Расширение возможностей моделирования и начало создание модели с работы градостроителя позволит обеспечить комплексный подход к развитию городских территорий и, тем самым повысить качество проектов городской застройки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Гипотезой проводимого исследования являлась возможность построения 3D- модели застроенной территории в соответствии с принципами построения BIM-модели. Данная модель должна содержать в себе информационные слои, соответствующие содержанию Проек-

та планировки территории, состав которого определен Градостроительным кодексом РФ. Таким образом, разработанная модель представляет собой:

- 3D – модель, которая наглядно отражает проектное решение по комплексному развитию территории: ее застройки, благоустройства, транспортного обслуживания, обеспечения инженерными сетями;
- информационную модель, которая содержит все необходимые исходные данные для этапа создания рабочей документации для каждого из строительных объектов на территории.

Исследование проводилось на базе использования программного обеспечения Autodesk. Последовательность формирования 3D –модели и структура информационных слоев приведена в таблице 1.

Табл. 1. Информационная модель Проекта планировки территории

Типовое содержание Проекта планировки территории		Слой информационной модели территории и размещаемой застройки на стадии разработки градостроительной документации
Блок 1 Оценка существующего положения и предпосылок развития территории	Существующее использование территории и предпосылки ее развития.	Цифровая съемка местности (геоподоснова с исходными данными)
	Существующее состояние и предпосылки развития транспортного обслуживания территории.	
	Существующее состояние и предпосылки инженерного обеспечения территории.	
	Функционально-планировочная организация территории.	
Блок 2 Документация градостроительного проектирования (проектные предложения)	План архитектурно-планировочной организации территории	3d – модель территории
	Транспортное обслуживание территории (проект).	Схема организации улично-дорожной сети
	Инженерное обеспечение территории (проект).	Схема вертикальной планировки
		Сводный план инженерного обеспечения территории городскими коммуникациями и сооружениями
	Архитектурно-планировочное решение	Планы 1-ого, типового этажей, разрез здания
Предложения по сохранению, развитию и ограничению использования участков территории в зонах с особыми условиями использования	Схема размещения и использования участков территории в зонах с особыми условиями использования	

Информационная 3D – модель территории формируется в едином файле, в разных слоях которого генерируется конкретная информация, которая интегрирована в единое проектное решение. На основе обобщения информационных слоев формируется графическая часть Проекта планировки территории, включающий, в соответствии с утвержденным составом градостроительной документации:

- проектное архитектурно-планировочное решение территории;
- необходимые материалы по обоснованию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в рамках выполнения выпускной квалификационной работы на кафедре «Градостроительство» НИУ МГСУ на примере Международного образовательного центра, размещение которого планируется в Краснодарском крае.

В составе работы исследовались возможности Autodesk Civil 3D для решения задач разработки градостроительной документации:

- формирования пакета документации Проекта планировки территории в едином файле с интеграцией различных информационных слоев по соответствующим разделам Проекта;
- привязка планировочного решения к геоцифровой модели местности;
- разработка взаимосвязанных материалов по обоснованию пространственно-планировочного решения.

На рисунке 1 Представлена информационная 3D - модель территории, включающая все информационные слои, необходимые для Проекта планировки территории.

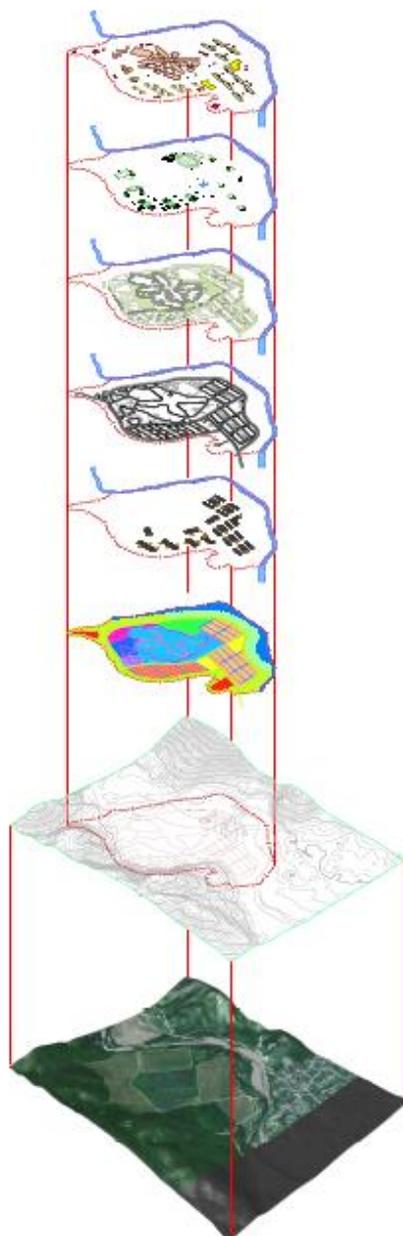


Рис. 1. Слои информационной модели территории и размещаемой застройки на стадии разработки градостроительной документации

Таким образом, на примере Образовательного Центра была проведена работа по моделированию предпроектной стадии градостроительного проектирования при разработке Проекта планировки территории согласно требованиям Градостроительного кодекса РФ. Данный опыт следует считать вкладом в развитие BIM-технологии в градостроительстве и распространении области ее моделирования с определенного строительного объекта на территорию его размещения.

ВЫВОДЫ

Вопросы формирования качественной, безопасной, эстетичной, здоровой городской среды являются приоритетным направлением Стратегий развития городов по всему миру. Застройка городских территорий должна быть комплексной, взаимоувязанной во множестве факторов, влияющих на эффективное использование конкретных участков строительства. Данная стратегическая цель определяет необходимость расширения возможностей информационного 3D - моделирования с конкретных строительных объектов на функциональные зоны их размещения и представляет собой одно из наиболее актуальных направлений развития системотехнического подхода в строительстве. Бурное развитие компьютерных технологий позволяет и в настоящее время прогнозировать возможности реализации данной идеи как одного из направлений создания умных городов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилина Н.В. Перспективы интермодальной системы транспортного обслуживания // Мир транспорта. 2016. Т. 14. № 5 (66). С. 140-151.
2. Власов Д.Н., Данилина Н.В. Математическое моделирование как инструмент транспортно-планировочной организации города // Вестник МГСУ. 2010. № 4-5. С. 169-173.
3. Svetel I., Jarić M., Budimir N. BIM: Promises and reality // Spatium 2014; 2014(32):34-38 DOI 10.2298/SPAT1432034S.
4. Sheyla Aguilar de Santana Modeling urban landscape: New paradigms and challenges in territorial representation // Disegnare con. 2013;6(11):161-174 DOI 10.6092/issn.1828-5961/337.
5. Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А. Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В.С. Евстратов¹, Л.А. Шилова²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (EvstratovVS@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (shilovalala@mgsu.ru)

Аннотация

Развитие современного строительства находится на пересечении традиционных областей исследований и практики с новой информационно-технологической концепцией киберфизических систем. Кроме того, развитие технологий информационного моделирования или так называемых BIM технологий в строительстве тесно взаимосвязано с развитием киберфизических систем в высокотехнологичных отраслях реального сектора экономики.

С целью мониторинга текущего состояния развития концепции киберфизических систем произведен анализ статистических данных, сформированных на основе поиска ключевых слов в базах Scopus и РИНЦ.

Отобранные для мониторинга ключевые слова являются индикаторами, позволяющими отслеживать общую тенденцию в изучаемой области.

Поиск ключевых слов осуществлялся в названиях, аннотациях и ключевых словах публикаций, изданных в течение последних 5-ти лет в области инженерных, информационных, математических и других наук.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современного строительства находится на пересечении традиционных областей исследований и практики с новой информационно-технологической концепцией киберфизических систем. Кроме того, развитие технологий информационного моделирования в строительстве взаимосвязано с развитием киберфизических систем в высокотехнологичных отраслях реального сектора экономики. Все это привело к возникновению концепции «киберфизических строительных систем».

Под этим термином принимается конечное множество функциональных компонентов (элементы, объекты, комплекс строительства, вычислительные ресурсы, интегрированные во включенные физические процессы) и отношений между ними, выделенное в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала [1].

В данных системах функциональные компоненты взаимодействуют с интеллектуальными датчиками, которые осуществляют мониторинг ряда киберфизических показателей, и с исполнительными элементами, которые вносят изменения в киберфизическую среду [2]. Киберфизические системы объединяют информацию от интеллектуальных датчиков, распределенных в физической среде, для лучшего понимания среды и более точного выполнения в ней сложных технологических процессов. Киберфизические системы ориентированы на взаимодействие с окружающей средой, и осуществляют управление техническими системами.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Рассмотрим несколько примеров практического применения киберфизических систем в различных отраслях жизнедеятельности человека:

- В промышленном производстве: киберфизические системы, благодаря автоматическому мониторингу и контролю всего производственного процесса, смогут повысить эффективность технологических процессов, обеспечивая обмен информацией в режиме реального времени между промышленным оборудованием (станками), производственной цепочкой поставок, поставщиками, системами управления бизнесом и клиентами.

- В здравоохранении: киберфизические системы используются для дистанционного мониторинга физических показателей пациентов в режиме реального времени с целью уменьшения потребностей в госпитализации, также применяются в нейробиологических исследованиях для изучения функций организма человека с использованием интерфейсов между мозгом и оборудованием терапевтической робототехники.

- В энергетике: интеллектуальные энергосети представляют собой киберфизические системы, в которых интеллектуальные датчики обеспечивают мониторинг сетей в целях контроля целостности энергетической системы, повышения её надежности и энергоэффективности.

- В строительстве интеллектуальных зданий: совместная работа интеллектуальных устройств и киберфизических систем позволяет снизить энергопотребление, повысить безопасность, создать более комфортные условия. Так, например, киберфизические системы смогут осуществлять мониторинг энергопотребления и использовать системы регулирования в целях реализации концепции дома с нулевым потреблением электроэнергии. Кроме того, киберфизические системы можно использовать для оценки степени ущерба зданий в результате непредвиденных событий, чрезвычайных ситуаций, в целях предотвращения разрушения конструкций.

- В транспорте: транспортные средства и дорожная инфраструктура могут взаимодействовать между собой, обмениваясь в режиме реального времени информацией о дорожном движении, местоположении и проблемах, предотвращая транспортные инциденты, заторы на дорогах, повышая безопасность дорожного движения.

- В сельском хозяйстве: киберфизические системы могут собирать необходимую информацию о климате, почве и другие данные для более точного управления сельскохозяйственной деятельностью. Так, например, для поддержания оптимальных окружающих условий, интеллектуальные датчики ведут постоянный мониторинг влажности воздуха и др.

- В вычислительных средах: киберфизические системы позволяют лучше понимать поведение систем и пользователей для повышения производительности и более эффективно управления ресурсами. Например, можно оптимизировать работу приложений с учетом контекста и действий пользователей, отслеживать доступность ресурсов.

- «Умные» города можно рассматривать как масштабные киберфизические системы – с интеллектуальными датчиками, которые отслеживают вычислительные и физические показатели, и исполнительными элементами, которые определенным образом меняют сложную городскую среду.

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Заинтересованность со стороны ученых к исследованиям и поиску новых решений в области развития киберфизических систем подтверждается большим количеством научных публикаций. В связи с чем, интересен анализ существующих публикаций по современным базам данных цитирований, которые содержат последние актуальные достижения ученых со всего мира.

Таким образом, проанализированы статистические данные по публикациям в указанной области знаний в международной реферативной базе данных Scopus и национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ.

Данные поиска по ключевым словам в международной БД Scopus приведены в табл. 1. В качестве ключевых слов использовался непосредственно термин «киберфизические системы» (1), а также словосочетания «сбор машинных данных» (2-3), т.к. использование систем MDC (Machine Data Collection) и MDA (Machine Data Acquisition) позволяет собирать данные о работе всех производственных объектов и является ключевым условием при переходе к киберфизическим строительным системам.

Стоит отметить, что США является страной-лидером по публикациям, связанным с рассмотрением вопросов развития киберфизических систем. Доля публикаций авторов из

США составляет порядка 44,7 %. Второе место занимает Германия (11,5 %), третье – Китай (8,9 %). Публикации авторов из Российской Федерации занимают по общему количеству 4 место и составляют порядка 6%.

Для сравнения собрана статистика по употреблению термина «киберфизические системы» в РИНЦ, которая представлена в табл.2.

Поиск ключевых слов осуществлялся в названиях, аннотациях и ключевых словах публикаций, изданных в течение последних 5-ти лет в области инженерных, информационных, математических и других наук.

Табл. 1. Данные поиска по ключевым словам в международной БД Scopus

Ключевое слово \ Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
Cyberphysical Systems (1)	42	43	85	87	116	54
Machine Data Collection (2)	481	519	590	673	823	562
Machine Data Acquisition (3)	621	726	815	917	1194	775

*Данные приведены по состоянию на август 2018 г.

Табл. 2. Данные поиска по ключевым словам в национальной библиографической БД РИНЦ

Ключевое слово \ Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018*
Киберфизические системы	3	10	18	63	108	37

*Данные приведены по состоянию на август 2018 г.

Для наглядности статистические данные представлены графически для БД Scopus на рис. 1 и для РИНЦ – на рис. 2.

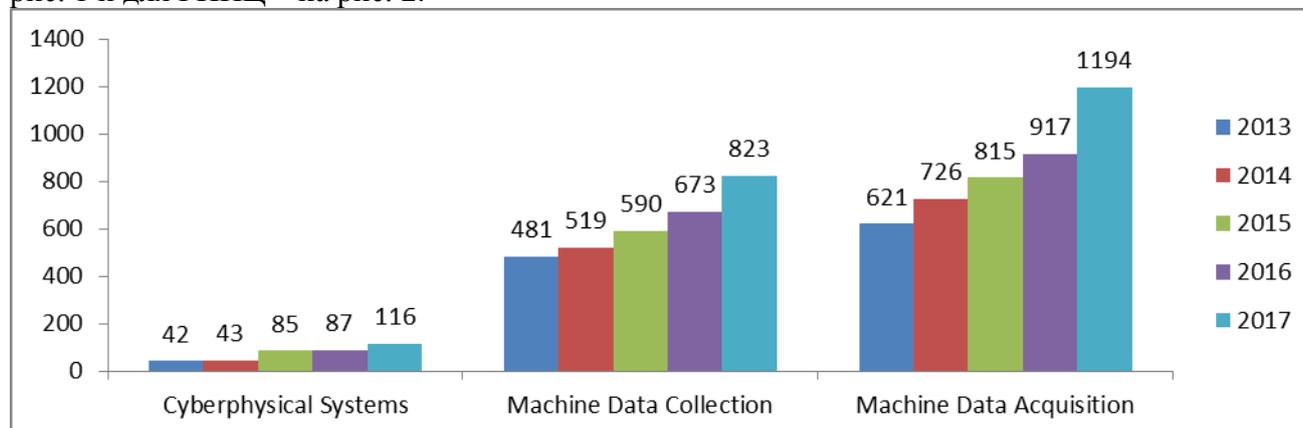


Рис. 1. Распределение статей по ключевым словам в международной базе данных Scopus за 2013-2017 гг.

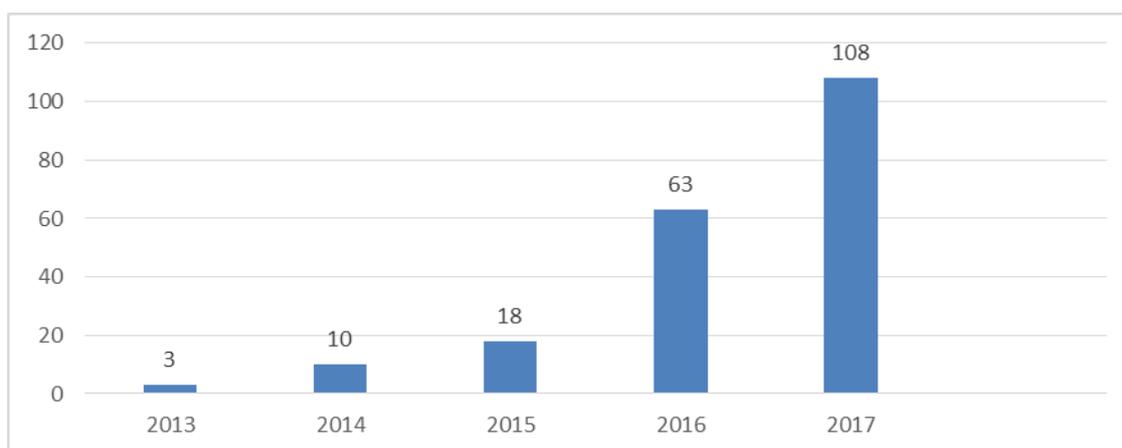


Рис. 2. Распределение статей по ключевому слову «киберфизические системы» в РИНЦ за 2013-2017 гг.

ВЫВОДЫ

Как видно из представленных рисунков интерес к киберфизическим системам возрастает ежегодно, как за рубежом, так и в нашей стране. Это обусловлено, в первую очередь, осознанием того факта, что современное развитие науки и техники позволяет двигаться в абсолютно новом направлении – внедрении новых «умных» технологий в различные области деятельности человека.

Кроме того, накопленный опыт благотворно влияет на развитие строительных киберфизических систем, которые уже в ближайшем будущем позволят не только повысить эффективность зданий, но и снизить возникновения чрезвычайных ситуаций, в том числе на особо опасных и объектах жизнедеятельности.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А.А. Кибернетика строительных систем. Киберфизические строительные системы// Промышленное и гражданское строительство, №9, 2017, 4-7.
2. Кузнецов Д.А., Чернышев М.А., Овчинникова В.А., Ротарь Д.Ю., Комельских И.С. Интеграция индустрии 4.0 в промышленность//Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания, №35, 2016, с.30-35.
3. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/> (Дата обращения: 28.08.2018).
4. [Электронный ресурс]. URL: <https://scopus.com/> (Дата обращения: 28.08.2018).
5. Гинзбург А.В., Рыжкова А.И. Возможности искусственного интеллекта по повышению организационно-технологической надежности строительного производства / Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 1 (112). С. 7–13.

ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЛАНОВО-ФАКТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОЕКТА

А.Г. Ельфимова¹, Е.В. Игнатова²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (Elfimova.anastasia@mail.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ignatova@mgsu.ru)

Аннотация

Информационное моделирование зданий (BIM) включает в себя не только проектирование, но и комплекс других технологий, которые объединяют в себе процесс использования информационной модели на всех стадиях жизненного цикла проекта. В данной статье проведено исследование одного из методов работы с BIM-моделью - технологии визуального планирования - в качестве инструмента для планово-фактического анализа проекта. Цель исследования - применение технологии визуального планирования для повышения точности и правильности планирования проекта и управления им. Определено, что благодаря технологии визуального планирования имеется возможность избавиться от человеческого фактора при разработке графика производства работ и устранить пространственно-временные коллизии, возникающие при выборе технологии производства строительно-монтажных работ. Имеется возможность увидеть текущее состояние проекта в любой момент времени и проанализировать дельту между запланированными и фактическими сроками, физическими объемами и стоимостью работ.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день задача информационного моделирования зданий и сооружений (BIM) стоит так остро, как никогда. Благодаря поручению Президента РФ о проведении необходимых мероприятий для развития технологий информационного моделирования в целях модернизации строительной отрасли и повышения качества строительства и без того динамический рост внимания к BIM технологиям покоряет новые вершины. Все большее количество организаций в структурах девелопера, проектировщика и подрядчика начинает использовать BIM технологии для решения своих внутренних задач. И если раньше понятие «BIM» ассоциировалось только с проектированием, то сегодня можно убедиться, что информационное моделирование можно успешно использовать и на других стадиях жизненного цикла проекта.

Одной из проблем строительного проекта, которую можно ликвидировать, используя технологию информационного моделирования, является отсутствие четкого понимания текущей ситуации на площадке, что влечет за собой неправильное управление проектом и некорректные решения руководства.

Стандартный подход к планированию строительного проекта представляет собой построение графика производства работ и обычно включает себя перечень планируемых работ в необходимой детализации, планируемые даты начала и окончания проекта, диаграмму Ганта, а также физические показатели, планируемые к выполнению – физические объемы. Обычно построение графика выполняется в информационных системах управления проектами (ИСУП), такими как MS Project и Oracle Primavera (рис. 1). Актуализация графика также осуществляется внутри ИСУП. На строительной площадке в ИСУП заносятся данные по фактически выполненному физическому объему, принятому техническим надзором или другим контрольным звеном.

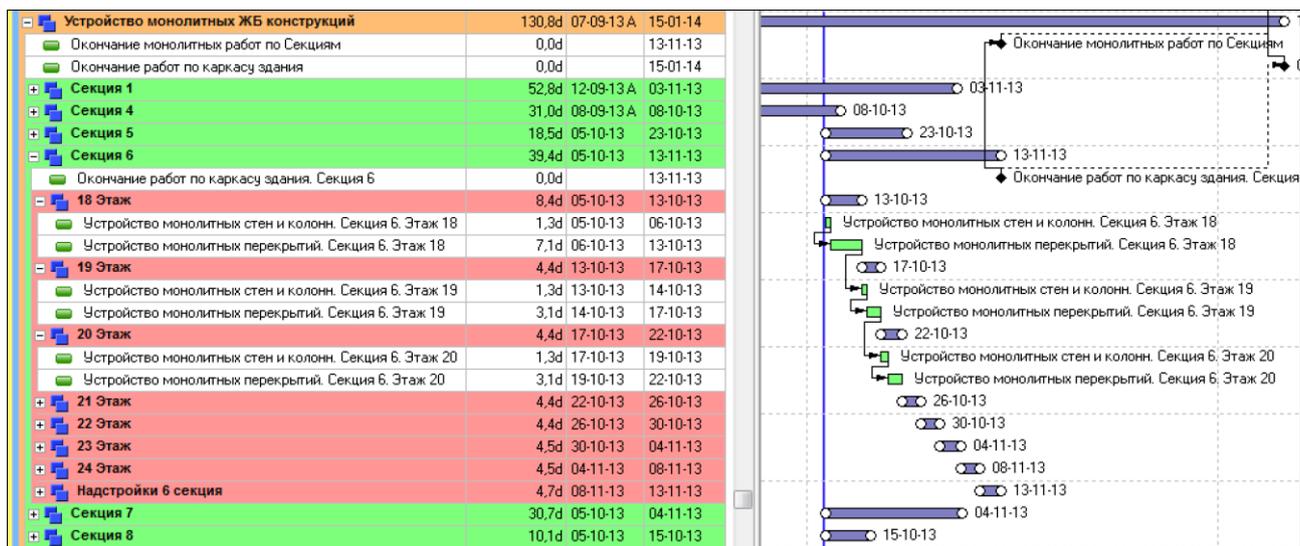


Рис. 1. График производства работ, разработанный в ПО Oracle Primavera

Таким образом, стандартный подход обеспечивает планирование работ, хранение и обновление данных, а также аналитику по проекту, но он не гарантирует правильность и наглядность данных. Следовательно, при построении графика возможны технологические ошибки, которые невозможно обнаружить по причине наличия большого количества строк графика. Что касается понимания текущей ситуации на проекте – одного взгляда на график недостаточно, чтобы определить, какие конструкции уже были завершены, какие выполняются, а какие планируются к выполнению через несколько недель, тем более трудно понять, какие из этих работ укладываются в рамки плана. Планово-фактический анализ проекта является абсолютно не наглядным, что может сказаться на принятии решений по проекту, а, следовательно, на результат проекта в целом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Технология визуального планирования (4D планирование) представляет собой взаимосвязку 3D модели и графика производства строительно-монтажных работ с целью визуального представления плана по возведению объекта, а также планово-фактического анализа. Для максимального наглядного представления информации по технологии визуального планирования, детализация 3D модели (BIM модели) должна быть сопоставима с детализацией графика производства работ, так как 3D элементы должны быть привязаны к работам с определенными сроками. [1, 2]. Если 3D модель является информационной (BIM модель), то с помощью визуального планирования можно также выполнять планово-фактический анализ по физическим объемам конструкций, полученным из средств построения BIM моделей. При этом исключается человеческий фактор при первоначальном переносе планируемых физических объемов из спецификаций в график производства работ [3] (рис. 2).

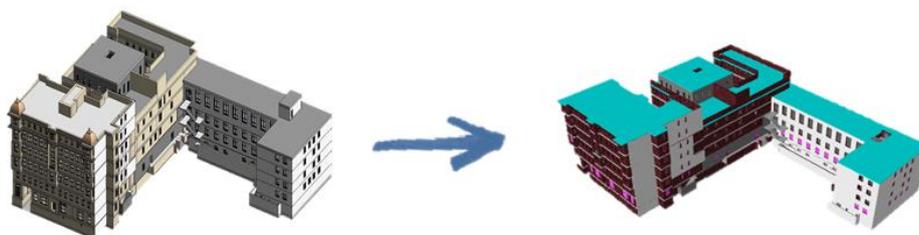


Рис. 2. Переход от BIM моделирования к анализу прогресса строительства объекта

Плановые показатели попадают в систему из BIM модели, фактические должны быть внесены извне при актуализации графика производства работ. Но благодаря возможности программного обеспечения, функционирующего по технологии визуального планирования, работать в комплексе с другими программными продуктами фактические данные могут быть загружены из внешней системы, хранящей данные о фактически выполненных подрядчиком и принятых заказчиком работах, включая их физические объемы и фактическую стоимость.

Следовательно, эта информация может быть внесена автоматизированным способом, минуя человеческий фактор, и представлена для аналитики более структурировано. Есть возможность увидеть визуально, какой объем работ запланирован, какой был выполнен, какой был принят, а какой оплачен, а также проанализировать фактическое отставание от плана работ в любой момент времени (рис. 3).

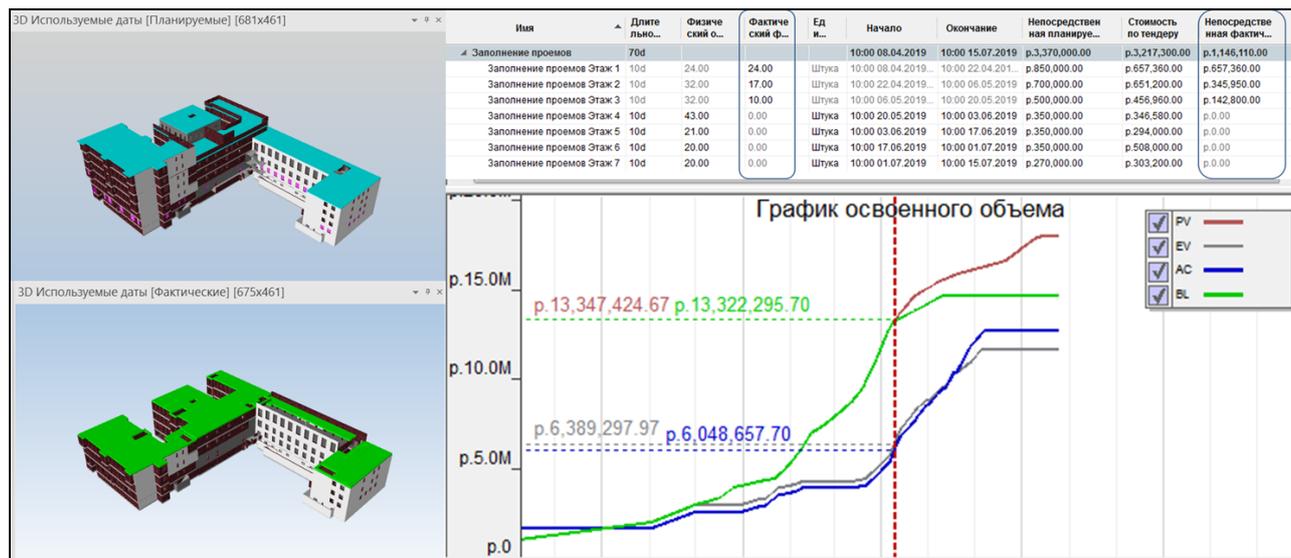


Рис. 3. Планово-фактический анализ проекта с помощью технологии визуального планирования

Дополнительным преимуществом использования технологии визуального планирования является возможность работать с достаточно широким спектром данных, влияющих на процесс стройки, но не касающихся самой модели здания напрямую, например, расположение строительной техники, и количество машин, которые могут проехать на площадку. Также существует возможность проверить модель будущего здания на пространственно-временные коллизии — незапланированные пересечения элементов модели или пересечение пути и стоянки строительной техники в один и тот же момент времени. Такая способность позволяет обнаружить возможные недочёты в логистике и исправить их на этапе планирования, когда строительно-монтажные работы ещё не начались [4] (рис. 4).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве результатов исследования определены следующие факты:

1. Синтез BIM модели и графика производства работ дает возможность не только проверить, но и визуально просмотреть, насколько верно спланированы строительно-монтажные работы.
2. Для чтения стандартных графиков производства работ требуются глубокие знания и большой опыт. Технология визуального планирования доступна для понимания каждого участника проекта и формирует общее видение цели.
3. Технология визуального планирования позволяет увидеть текущую ситуацию по проекту в любой момент времени – в разрезе сроков, физических объемов и стоимости работ.

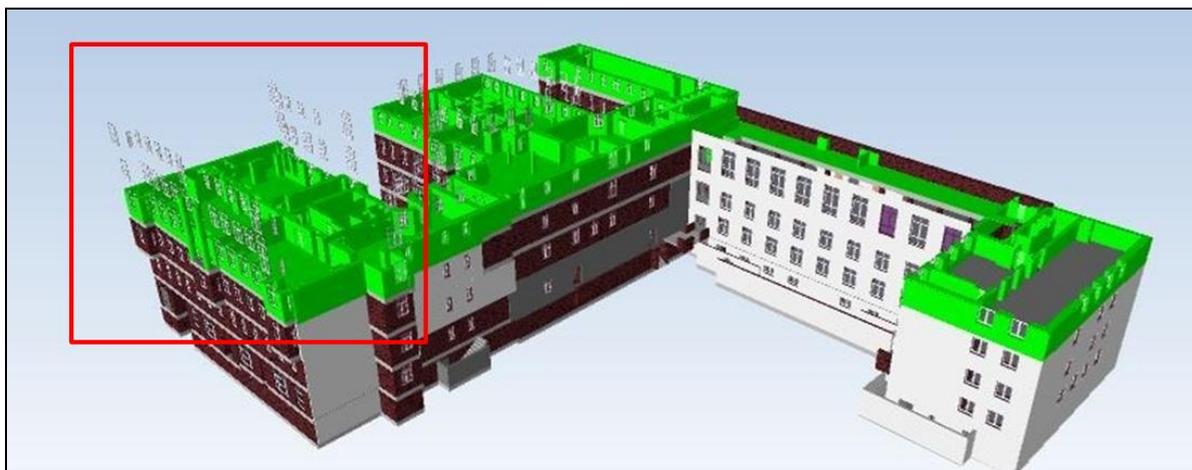


Рис. 4. Ошибки в технологии графика строительно-монтажных работ, обнаруженные с помощью визуального планирования

ВЫВОДЫ

Исходя из результатов проведенного исследования, можно сделать вывод, что технология визуального планирования – это возможность для всех участников проекта увидеть текущую ситуацию на проекте и весь процесс строительства в целом, что во многом упрощает понимание происходящих событий. Данный факт в большинстве случаев отражается и на качестве принятия решений, в том числе при возникновении проблем в логистике. Другими словами, визуализация способствует интуитивному восприятию и пониманию всего процесса строительно-монтажных работ [1].

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолов Д.Е. 4D-моделирование строительства в России и за рубежом // Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <http://www.scienceforum.ru/2017/2357/26601>. Дата обращения: 12.08.2018.
2. DMSTR. Увидеть – значит поверить. Новые программы планирования с 4D визуализацией. URL: <https://dmstr.ru/articles/1664/>. Дата обращения: 12.08.2018.
3. ООО «Айбим». Формирование 4D моделей строительных проектов, 2017.
4. Междисциплинарный научно-практический кружок. Применение 4D моделирования в календарном планировании на базе технологической платформы BIM. URL: <http://integross.net/primenenie-4d-modelirovaniya-v-kalendar-nom-planirovanii-na-baze-technologicheskoy-platformy-bim/>. Дата обращения: 04.08.2018.
5. Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А. Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.

СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ API ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «НЕОСИНТЕЗ»

Е.В. Игнатова¹, И.Д. Дмитриева²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ignatova@mgsu.ru)

²АО «НЕОЛАНТ», Адрес: 105062, Россия, Москва, ул. Покровка, 47А (i.dmitrievf@neolant.ru)

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы организации среды общих данных при управлении жизненным циклом строительного объекта на основе технологии информационного моделирования. Отмечено отсутствие универсальности представления информации разных приложений. Рассматриваются возможности отечественного веб-приложения «НЕОСИНТЕЗ» компании «НЕОЛАНТ» для интеграции среды общих данных «НЕОСИНТЕЗ» с внешними специализированными программами. Рассмотрены дополнительные средства управления данными и структурой с помощью разработки Web API (Application Program Interface). Сделан вывод о возможности управлять атрибутивно-классовой структурой данных, создавать и изменять объектный набор данных с установкой значений атрибутов. Отмечена возможность полной интеграции программных продуктов только при условии взаимного стремления к интеграции производителей программной продукции.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в проектировании и строительстве объектов активно используются технологии информационного моделирования. В соответствии с СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве» [1] информационная модель необходима в первую очередь для поддержки процесса принятия решений на всех стадиях ЖЦ. Организация информационного взаимодействия участников проекта с информационной моделью осуществляется в единой информационной среде – среде общих данных (СОД).

Среда общих данных должна обеспечивать совместное использование информационной модели, сбор, хранение и обработку данных, а также выпуск и распространение документации между участниками проекта [2]. Однако основной проблемой таких СОД является отсутствие универсальности. Для эффективной работы с СОД необходима частичная или полная интеграция с используемыми программными продуктами, а поскольку организации промышленного и гражданского строительства и связанные с ними префектуры используют разнородные системы, интеграцию с ними невозможно предугадать.

Цель исследования - проанализировать возможности интегрировать данные о проекте в среде общих данных, разработанной отечественным производителем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Совместные данные по проекту размещают в структурированном хранилище, обеспечивающим сбор, хранение и предоставление всей информации по проекту для всех участников процесса проектирования. Среда общих данных является основным источником достоверной и согласованной информации для всех участников проекта.

Одной из СОД является отечественное веб-приложение «НЕОСИНТЕЗ» компании «НЕОЛАНТ», которое предназначено для управления информацией об объекте ПГС на протяжении всех этапов его жизненного цикла. Система «НЕОСИНТЕЗ» позволяет учитывать одновременно технологические, финансовые, геометрические параметры и временной фактор; поддерживая данные в актуальном и полном состоянии в любой момент времени.

«НЕОСИНТЕЗ» позиционируется компанией как система управления инженерными данными и фактически является первой в России PLM-системой (Plant Lifecycle Management) для управления объектами ПГС [3]. Система используется в качестве СОД, поскольку:

- Атрибутивно-классовая структура системы «НЕОСИНТЕЗ» гибко настраивается и позволяет наиболее полно описать конструктивные особенности элементов.
- Инструменты «НЕОСИНТЕЗ» позволяют управлять информационной моделью на протяжении всего жизненного цикла, дополнять и динамически обрабатывать информацию.
- Информационная модель объекта в «НЕОСИНТЕЗ» содержит полную информацию об элементах объектов. Характерно, что модель не зависит от системы автоматизированного проектирования, в которой она была создана.
- Веб-приложение «НЕОСИНТЕЗ» позволяет работать с крупными объектами на средних мощностях компьютера без привязки к рабочему месту.
- Аутентификация пользователей и настройка полномочий обеспечивает безопасную совместную работу участников проекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В системе «НЕОСИНТЕЗ» с помощью разработки Web API (Application Program Interface) могут быть реализованы интеграция с внешними специализированными программами (источниками данных), а также дополнительные средства управления структурой данных и их анализа.

API – набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением для использования во внешних программных продуктах. API определяет функциональность, которую предоставляет программа, при этом API позволяет абстрагироваться от того, как именно эта функциональность реализована.

Web API – это интерфейс прикладного программирования для веб-сервера или веб-браузера. На стороне сервера Web API представляет собой программный интерфейс, состоящий из одной или нескольких конечных точек, открытых системе передачи сообщений «запрос-ответ» [4]. Такая система, как правило, выражается в JSON (JavaScript Object Notation) или XML (eXtensible Markup Language). На стороне клиента Web API представляет собой программный интерфейс для расширения функциональных возможностей в пределах веб-браузера или другого клиента HTTP (HyperText Transfer Protocol).

Для реализации пользовательского функционала с помощью средств разработки Web API проводится аутентификация. Web API системы «НЕОСИНТЕЗ» предоставляет пользователю определенный набор функций.

1. Получение информации об используемых в проекте типах данных. Данная функция позволяет пользователю получить информацию о типах всех атрибутов, используемых в проекте.

2. Получение информации о классах и атрибутах проекта. В веб-приложении «НЕОСИНТЕЗ» нет возможности выгрузки атрибутивно-классовой структуры, однако API позволяет сделать это.

3. Получение ресурса. Данная функция позволяет по идентификатору объекта или класса получить информацию о дочерних сущностях. Причем можно получить информацию о детях следующего уровня или всю подветку от родителя до указанного дочернего объекта.

4. Работа с объектом. Средства разработки API позволяют программно создавать и удалять корневой и дочерние объекты, устанавливать значения атрибутов, проводить смену родителя и класса объекта.

5. Работа с поиском. Данная функция позволяет проводить поиск объекта по классу и узлу, поиск объекта по атрибуту, поиск по датам создания/изменения, поиск по идентификатору. Поисковое выражение состоит из фильтров и условий, обязательно должно быть либо хотя бы одно условие, либо хотя бы один фильтр по классу.

ВЫВОДЫ

Анализ средств разработки API для веб-приложения «НЕОСИНТЕЗ» API и Web API позволяет выделить следующие возможности интеграции программных продуктов и веб-приложений.

Web API системы управления инженерными данными «НЕОСИНТЕЗ» позволяет управлять атрибутивно-классовой структурой данных, а также реализует создание и изменение объектного набора данных с установкой значений атрибутов.

В программном продукте «НЕОСИНТЕЗ» средства разработки дают возможность частичной интеграции с внешними программами. Полная интеграция возможно при взаимном использовании средств разработки со стороны внешней программы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 333.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. Дата введения 19.03.2018 г. // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556793897> Дата обращения: 18.08.18.
2. *Баклюков И.А.* Отечественные решения для эффективного управления объектами ПГС // Перспективы развития градостроительства: переход к проектному управлению в России: сборник докладов научно-практической конференции 18.11.2016 г. С. 8 – 21.
3. ПОЛИНОМ + InterBridge + НЕОСИНТЕЗ — мощное трио информационного моделирования: от проектирования к эксплуатации сложных технологических объектов // Сапр и Графика. 2016. Вып. 6. С. 2—5.
4. *Бурмакин Е.* Что такое API в веб-приложениях и зачем он нужен. Режим доступа: <https://mkdev.me/posts/chto-takoe-api-v-veb-prilozheniyah-i-zachem-on-nuzhen>. Дата обращения: 19.08.18.
5. *Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А.* Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.
6. *Каган П.Б., Муминова С.Р.* Информационное моделирование планирования развития территорий / Промышленное и гражданское строительство, 2011, №9. - С. 26-27.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В AUTODESK REVIT

Е.В. Игнатова¹, А.С. Смышляева²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ignatova@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (a.smyshlyeva2013@yandex.ru)

Аннотация

Рассмотрены проблемы автоматизированной разработки проектной документации. Проанализирован объем выпуска документации в архитектурном разделе проекта. Сделан вывод о большом объеме ручных операций при составлении спецификаций, экспликаций, ведомостей. Предложена автоматизация расчета табличных параметров на основе применения программ Revit и Dynamo. Определена необходимость создания скрипта для реализации алгоритма автоматизации разработки документации. Представлен пример алгоритма расчета площади отделки стен. Сделан вывод об универсальности исследованного метода для автоматизации решения множества задач с целью формирования проектной документации.

ВВЕДЕНИЕ

Для реализации в течение строительства архитектурных, технических и технологических решений, которые входят в состав проектной документации на объект капитального строительства, должна создаваться рабочая документация. Она имеет в своем составе документы в текстовой форме, рабочие чертежи, спецификации оборудования и изделий [1].

Специалисты проектной организации в процессе разработки разделов рабочей документации для строительства выполняют множество чертежей, ведомостей и спецификаций.

Раздел «Архитектурные решения» у всех проектов имеет одинаковую структуру и комплект чертежей. Независимо от вида строительства в ходе создания документации инженеру приходится выполнять ряд однотипных операций.

Ни один программный продукт не обеспечит специалисту проектной организации автоматическое составление ведомостей, спецификаций и экспликаций, которое полностью исключает ввод информации человеком вручную. Также множество программ не настроено под государственный стандарт РФ. Необходимо создавать шаблоны на начальном этапе работы для оформления спецификаций по государственному стандарту РФ.

Специалист проектной организации вынужден из проекта в проект затрачивать большое количество сил и времени при выполнении документации.

Поэтому на данном этапе развития программных средств появляется актуальность доработки программных продуктов. Это значительно сократит время и трудозатраты во время работы.

Цель исследования – проанализировать возможности дополнительной автоматизации разработки проектной документации для составления спецификаций, ведомостей, экспликаций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Текстовая часть проектной документации по объекту капитального строительства содержит информацию о принятых архитектурных, конструктивных, инженерных и других решениях, расчетные обоснования, пояснения, ссылки на нормативные и технические документы. Графическая часть проектной документации показывает выбранные технические и иные решения в форме чертежей, схем, планов, таблиц и других наглядных документов [1].

В состав рабочей документации архитектурных решений включают рабочие чертежи, предназначенные для производства строительных и монтажных работ, а также при необхо-

димости рабочую документацию на строительные изделия. В состав общих данных по рабочим чертежам включают ведомость отделки помещений [2].

Проанализировав деятельность инженера при составлении раздела «Архитектурные решения» проектной документации, можно прийти к выводу, что частой и однотипной задачей является создание ведомостей, спецификаций и экспликаций.

В настоящее время большую популярность в сфере строительного проектирования набирает программный продукт Autodesk Revit. Инструменты, которые имеются в данной программе, дают возможность использовать процесс, который основан на применении интеллектуальных моделей, для планирования, проектирования, возведения и эксплуатации объектов строительства [3].

Программа Revit имеет возможность создания этой части архитектурных решений, но большую часть спецификаций и ведомостей инженеру приходится заполнять вручную.

При создании ведомости отделки помещений инженер в программе Revit создает такие параметры как площадь потолка, высота стен и периметр помещения (рис. 1).

ВЕДОМОСТЬ ОТДЕЛКИ ПОМЕЩЕНИЙ										
Number	Наименование или номер помещения	Вид отделки элем	Вид отдел	Вид отделки элементов инте	Вид отделки эле	Площадь	Высота	Периметр	Категор.	Примечание
100.22	Администратор	Покраска	14.8 м²	Покраска	39.3 м²	2438.4 mm	16110.0 mm			
04.10	Артистическая	Покраска	15.8 м²	Покраска	42.2 м²	2438.4 mm	17300.0 mm			
04.05	Артистическая	Покраска	12.3 м²	Покраска	38.3 м²	2438.4 mm	15700.0 mm			
100.23	Бельевая	Покраска	2.9 м²	Покраска	17.0 м²	2438.4 mm	6980.0 mm			
01.10	Венткамера	Покраска	31.9 м²	Покраска	59.3 м²	2438.4 mm	24300.0 mm			
100.2	Вестибюль	Покраска	81.7 м²	Покраска	105.8 м²	2438.4 mm	43370.0 mm			
100.3	Выставочный зал	Покраска	73.7 м²	Покраска	90.2 м²	2438.4 mm	37000.0 mm			
02.02	Гладильная	Покраска	16.0 м²	Покраска	40.0 м²	2438.4 mm	16400.0 mm		В 2	
100.26	Диспечерская пожароту	Покраска	39.9 м²	Покраска	70.5 м²	2438.4 mm	28925.0 mm			
03.09	Душевая	Покраска	8.2 м²	Плитка	28.3 м²	2438.4 mm	11610.0 mm			
03.11	Душевая	Покраска	6.5 м²	Плитка	24.9 м²	2438.4 mm	10200.0 mm			
101.6	Душевая	Покраска	1.8 м²	Плитка	14.1 м²	2438.4 mm	5780.0 mm			
201.6	Душевая	Покраска	1.8 м²	Плитка	14.1 м²	2438.4 mm	5780.0 mm			
207.3	Душевая	Покраска	2.1 м²	Плитка	14.4 м²	2438.4 mm	5900.0 mm			
208.5	Душевая	Покраска	2.1 м²	Плитка	14.4 м²	2438.4 mm	5900.0 mm			
209.3	Душевая	Покраска	2.1 м²	Плитка	14.4 м²	2438.4 mm	5900.0 mm			
210.2	Душевая	Покраска	2.2 м²	Плитка	14.6 м²	2438.4 mm	6000.0 mm			
211.5	Душевая	Покраска	2.2 м²	Плитка	14.6 м²	2438.4 mm	6000.0 mm			
212.3	Душевая	Покраска	3.2 м²	Плитка	17.4 м²	2438.4 mm	7140.0 mm			
213.5	Душевая	Покраска	2.2 м²	Плитка	14.8 м²	2438.4 mm	6050.0 mm			

Рис. 1. Ведомость отделки помещений

Для подсчета площади отделки стен потребуется использовать несколько параметров: высоту стен, периметр помещения и площадь проемов.

Предварительно, при создании помещений необходимо заполнить каждый параметр «Площадь проемов в помещении». Инженеру необходимо выбрать каждое помещение и ввести нужную цифру вручную (рис. 2).

После выполнения всех вышеперечисленных действий программа Autodesk Revit выполнит все необходимые расчеты. При этом большую часть работы необходимо потратить инженеру.

Dynamo - это расширение для визуального программирования Autodesk Revit, которое позволяет манипулировать данными, делать геометрию, исследовать варианты дизайна, автоматизировать процессы и создавать связи между несколькими приложениями [4].

Визуальный язык программирования в Dynamo позволяет создавать последовательность действий и алгоритмы с помощью специальных узлов. Эти объекты соединяются между собой, формируя визуальную программу. Узлы выполняют различные операции, начиная от хранения чисел, заканчивая созданием геометрии.

Dynamo автоматически выполняет множество операций, тем самым ускоряя работу, например, экспортирует данные в Excel и импортирует из него, переименовывает помещения и оси, считает теплопотери здания, сравнивает файлы [5].

Совместив работу программы Revit и его расширения Dynamo, у специалиста проектной организации появится возможность более серьезной автоматизации разработки рабочей документации.

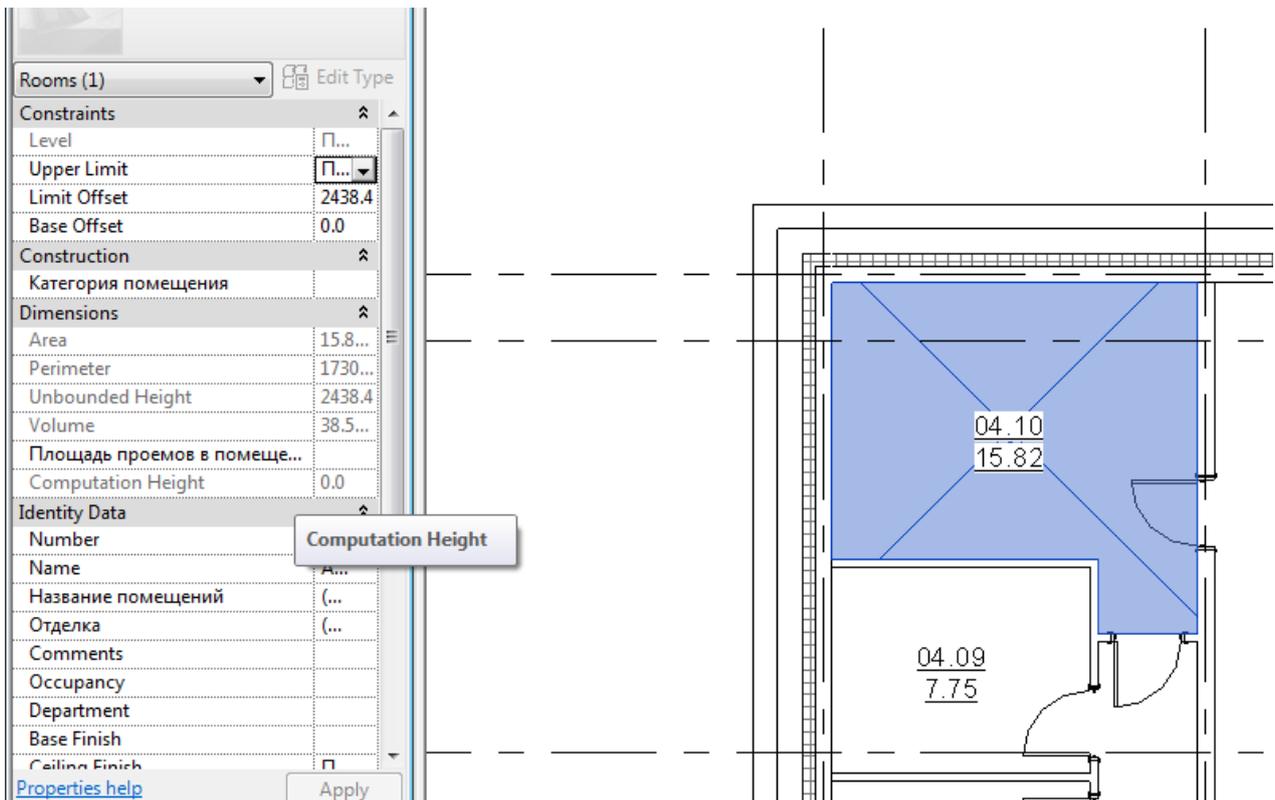


Рис. 2. Параметр «Площадь проемов в помещении»

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено в программе Autodesk Revit 2018.

Для создания ведомости отделки помещений с помощью Dynamo необходимо создать скрипт, который посчитает все проемы помещения и заполнит параметр «Площадь проемов в помещении» автоматически (рис. 3).

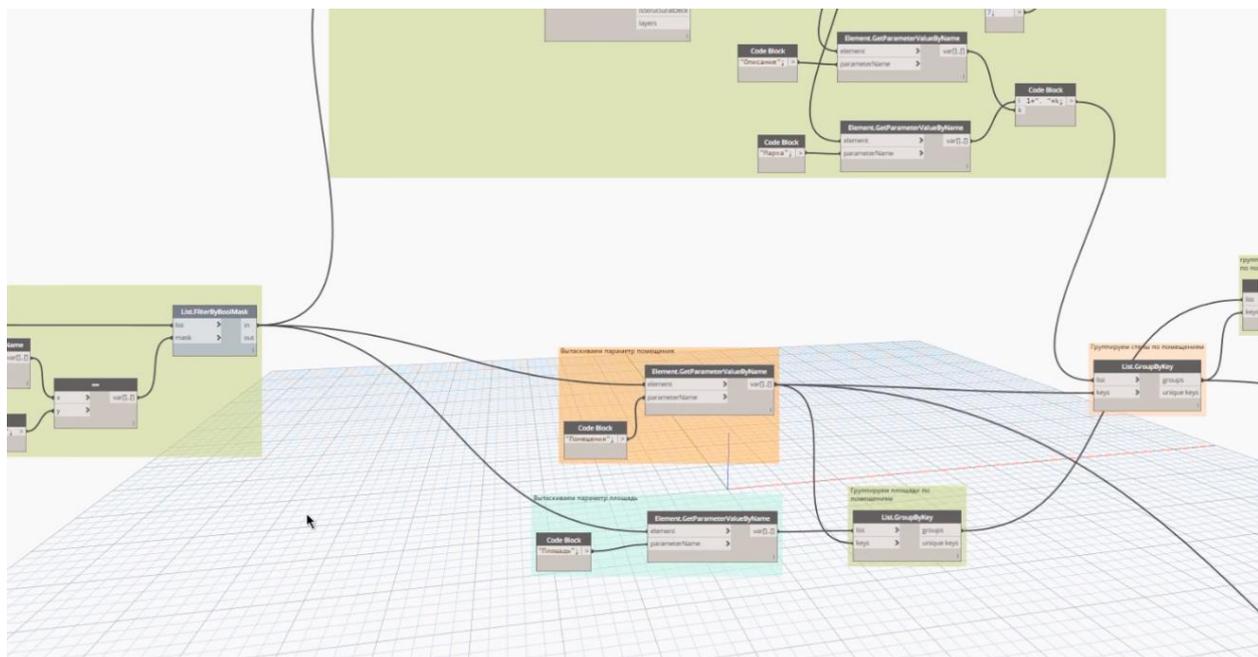


Рис. 3. Скрипт создания ведомости отделки помещений

DesignScript это собственный язык программирования системы Dynamo, ориентированный на создание геометрии. Большинство стандартных нодов являются операторами DesignScript, оформленными в виде нодов, в то же время эти операторы можно записывать текстом в кодовом ноде, вызываемом двойным щелчком левой кнопки мыши по свободному полю Dynamo.

Используются стандартные пакеты нодов Clockwork и LunchBox. После выполнения данного скрипта ведомость отделки помещений заполнится автоматически.

ВЫВОДЫ

Описанный метод - универсальный для расчетов параметров спецификаций.

Инженеру не потребуется вводить данные вручную, тем самым это исключит возможность опечаток, ошибок и значительно сократит время общее создания рабочей документации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 13.12.2017) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
2. ГОСТ 21.501-2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений.
3. Revit [Электронный ресурс] // URL: <https://www.autodesk.ru/products/revit-family/overview> (дата обращения 15.08.2018).
4. Dynamo [Электронный ресурс] // URL: <http://dynamobim.org/> (дата обращения 21.08.2018)
5. Dynamo: продвинутый уровень. Связь с внешними форматами [Электронный ресурс] // URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/revit-products/learn-explore/caas/simplecontent/content/dynamo--D0-BF-D1-80-D0-BE-D0-B4-D0-B2-D0-B8-D0-BD-D1-83-D1-82-D1-8B-D0-B9--D1-83-D1-80-D0-BE-D0-B2-D0-B5-D0-BD-D1-8C--D1-81-D0-B2-D1-8F-D0-B7-D1-8C--D1-81--D0-B2-D0-BD-D0-B5-D1-88-D0-BD-D0-B8-D0-BC-D0-B8--D1-84-D0-BE-D1-80-D0-BC-D0-B0-D1-82-D0-B0-D0-BC-D0-B8.html> (дата обращения 25.08.2018).
6. Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А. Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.

ВІМ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.В. Игнатова¹, М.А. Уткин²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ignatova@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (dj-exc-ok@mail.ru)

Аннотация

В данной статье отмечена законодательная поддержка внедрения технологии информационного моделирования объектов строительства. Выделен этап «производство строительных конструкций» жизненного цикла объекта строительства. Описаны возможности использования информационных моделей в производстве металлических конструкций и железобетонных изделий. Поставлена цель исследования – проанализировать особенности использования ВІМ технологий в производстве строительных конструкций. Указана особенность информационного моделирования строительных конструкций с учетом потребностей заказчика, проектировщика и возможностей производства. Заказчиком информационных моделей строительных конструкций может быть завод-изготовитель. Заказчик должен понимать цели и методы использования моделей для формирования технического задания специалистам по моделированию. Предлагается набор требований, который можно отразить в техническом задании. Делается вывод о целесообразности разработки заводами-производителями своих ВІМ стандартов организации.

ВВЕДЕНИЕ

Указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 была поставлена задача модернизации строительной отрасли и повышения качества индустриального жилищного строительства, в том числе посредством установления ограничений на использование устаревших технологий и стимулирования внедрения передовых технологий в проектировании и строительстве» [1]. В строительной отрасли модернизация происходит путем внедрения ВІМ технологий (информационного моделирования объектов строительства).

Системный подход к строительству требует рассмотрения всех процессов жизненного цикла здания как единой системы. Одним из этапов жизненного цикла здания является производство строительных конструкций. Во многом эффективность, качество и производительность индустриального строительства будет зависеть от технологий, используемых в производстве строительных изделий.

Существует ряд проблем, с которыми сталкиваются специалисты, прибегая к инновациям и адаптируясь к ним. Например, на этапе производства, изготовители, которые тоже хотели бы применять современные цифровые технологии, чаще всего не понимают, что им необходимо от ВІМ, поэтому возникают некоторые неопределённости и трудности с внедрением новых технологий.

19 июля 2018 года Президент РФ дал поручение председателю Правительства Д.А. Медведеву до 1 июля 2019 года обеспечить «переход к системе управления жизненным циклом объектов капитального строительства путем внедрения технологий информационного моделирования, ... и формирования библиотек типовой проектной документации для информационного моделирования» [2].

Концепция ВІМ технологий может и должна проявить свои преимущества на заводах металлических конструкций и железобетонных изделий. Применение данного подхода расширит возможности создания уникальных геометрических форм, будет способствовать рентабельному проектированию, даст радикально новые методы работы производства, поможет вести контроль за стоимостью, сроками и календарным планированием.

Гипотеза - современное производство строительных конструкций может повысить свою эффективность, если использовать BIM.

Цель исследования - проанализировать возможности и особенности использования BIM в производстве строительных конструкций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Метод исследования – изучение, анализ и обобщение на основе практического опыта создания информационных моделей строительных конструкций для завода ЖБИ.

Существует множество исследований про внедрение и развитие BIM, авторы перечисляют этапы жизненного цикла и, в том числе, описывают возможности и достоинства применения BIM в производстве. Например, 3D информационные модели взаимодействуют с такой технологией, как 3D-печать, так как программы CAD/CAM могут преобразовывать виртуальный образ в программу, которая в свою очередь передается в 3D-принтер для реализации модели (рис. 1).



Рис. 1. 3D печать стен здания (<http://rusalla.ru/post420058218/>)

Такой подход, называемый «Аддитивное производство», дает возможность создавать разнообразные, уникальные формы из бетона любых габаритов без опалубки, в тоже самое время расход ресурсов, сроки сдачи объекта существенно снижаются [3, 4].

Быстрое создание прототипов будущих элементов объекта закладывается на этапе проектирования конструкции. Использование 3D моделей позволит повысить полноту и детализацию рабочей документации, и даже перевести производство на станки с числовым управлением. Преимущества BIM-технологий в том, что проектировщик работает на основе параметрической 3D модели и может произвольно изменять и дополнять модель в любой момент. При этом изменения модели синхронизируются с автоматическими изменениями на чертежах. Например, изменения типа закладных деталей, размещения вырезов, сечений колонн или арматурных стержней возможно генерировать в модели и сразу отображать на рабочих чертежах. Трехмерная модель изделий может использоваться при автоматическом формировании спецификаций, расчете стоимости, визуализации и изготовлении [5]. Особенную выгоду можно получить при изготовлении конструкций уникальных строительных объектов.

Не многие авторы исследуют нюансы, с которыми могут встретиться заводы, применяя инновационный подход. Скорость изготовления ЖБИ, СИ, КМД значительно медленнее темпа проектирования, следовательно, необходимо сделать этот процесс более эффективным и гибким. Есть огромное количество компьютерных программ, в которых возможно моделировать строительные конструкции, например, Revit, Allplan, ArchiCAD, T-flex, Inventor и др. Данные продукты используют для проектирования сборных строительных изделий и подго-

товки информации для их эффективного производства. Такой подход может дать конкурентные преимущества производственной организации.

В [6] описывается концепция SOI «Наборы данных» (Set Of Information), которая предлагает выделять для каждого элемента модели набор необходимой информации. Как правило, станки с ЧПУ, роботы и программное обеспечение для управления нуждаются в очень конкретной информации, а не в её количестве. Необходимо определить соответствующий SOI и согласовать тип файла экспорта-импорта, например формата LOD / LOI (рис. 2). Лишнюю информацию есть смысл отправить в архив.

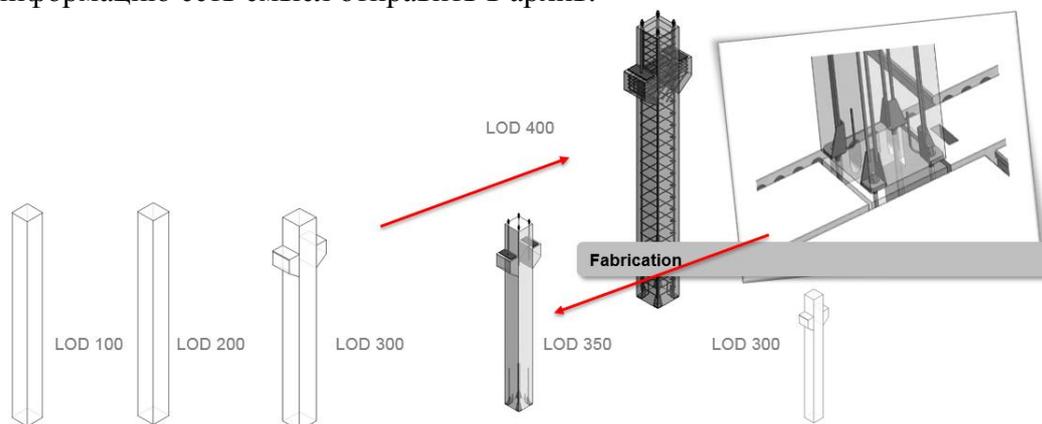


Рис. 2. Форматы LOD (<http://prorubim.com/ru/2017/03/soi/>)

В [7] описан пример цветокодирования элементов в модели сборного изделия по последовательности возведения. Модель несёт информацию об очередности действий, что позволяет повысить коммуникабельность обмена технологическими последовательностями и уменьшить риски.

Производители могут моделировать и конструировать свои изделия сами, повышая свою конкурентоспособность и не раскрывая технологических особенностей конструкций. Однако, для рекламы своих изделий и их продвижения для использования в проектировании производителям необходимо выкладывать модели на общее обозрение.

Существует это онлайн-библиотека 3D и BIM-моделей (FILE-SYSTEM), которая предлагает эффективное и рентабельное взаимодействие производителя с заказчиками, проектировщиками, чтобы быстро и выгодно продавать свою продукцию. Доступ к библиотеке предоставляется всем желающим как производителям, проектировщикам, так и заказчикам, поставщикам. Приобрести модель можно в нужном формате (Revit, ArchiCAD, SketchUP, AutoCAD). Структура сайта библиотеки удобна и проста, поиск и размещение осуществляется по категориям, брендам, формату моделей. Эта библиотека помогает производителям выйти на индустриальный рынок, обеспечить взаимодействие с архитекторами, а также решить задачи выбора нужной продукции для проекта в нужном формате. Одновременно модели будут иметь сертификат качества (экспертиза проектной документации), гарантию, а вся линейка продукции будет представлена в актуальном прайс-листе [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При моделировании конструкций с учетом требований и возможностей производства, нужно одновременно учитывать особенности формирования информации об изделии, которая необходима проектировщикам и строителям. Создавая модель по общепринятым BIM-стандартам, ориентируясь не только на определённый ассортимент продукции, а делая параметрические модели, производитель может повысить заинтересованность в своей продукции.

Создатель элементов информационной модели строительного объекта для завода-изготовителя должен четко представлять особенности использования модели строительной конструкции. Специалист по моделированию изделия должен хорошо знать потенциал, специфику завода. Вся необходимая информация для моделирования конструкции должна быть

представлена в техническом задании на моделирование, соответственно, техническое задание формирует производитель.

Производитель должен понимать, какую информацию должна нести в себе модель. Во-первых, заводу необходимо сформировать требования, которые отражали бы особенности производства. Во-вторых, следует учитывать запросы архитекторов и проектировщиков. В-третьих, нельзя оставлять без внимания соответствие BIM-стандартам. В-четвёртых, информация должна быть представлена в упорядоченном и систематизированном виде. В-пятых, модель не должна иметь избыточные данные и не должна страдать их дефицитом.

Важный аспект, на который стоит обратить внимание при описании информационно модели, — это цель с которой моделируется изделие и область применения модели. Некоторые конструктивные особенности производитель не хочет публиковать в открытом доступе, показывая только товарные стороны продукта. Целью может быть: выход на индустриальный рынок; взаимодействие с архитекторами; систематизация и оценка своей продукции; повышение конкурентоспособности.

В техническом задании надо предусмотреть следующие возможности работы с информацией:

- формирование спецификаций;
- формирование списков и таблиц с графическими демонстрациями;
- трансфер в сметные утилиты;
- передачу данных на ЧПУ;
- автоматическую идентификацию геометрии (фаски, отверстия), ее оптимизацию;
- определение направления напряжений и подбор арматуры, включая участки укрепления;
- указание наименования производителя, сроки и даты моделирования;
- ГОСТы, СНИПы, BIM-стандарты, которые использовались при моделировании;
- указание марки изделия, контроль на идентичность и различие марок;
- расчеты по модели;
- ссылку на информацию о прохождении экспертизы проектной документации.

Для рекламы продукции и использования в проектных целях следует принимать уровень детализации модели LOD 300 или LOD 350. Для использования модели в собственном производстве LOD должен быть не ниже 400.

ВЫВОДЫ

В период перехода на цифровые технологии заводы-изготовители не могут оставаться равнодушными к внедрению BIM. Производители, идущие в ногу со временем, использующие инновационные подходы, стали охватывать большую часть рынка производства строительных изделий и имеют связи с крупнейшими строительными компаниями. Заводы, имеющие тенденцию к 2D-проектированию, у которых преобладает бумажная документация, остаются далеко позади, не составляя конкуренции их оппонентам.

У производителя, работающего с информационными моделями, появится возможность автоматического получения видов, разрезов и спецификаций с огромной точностью. Можно будет без ошибок получать опалубочные чертежи и правильно формировать изделие, уменьшая вероятность передачи неверных данных роботам и на станки с ЧПУ. Повысится достоверность проектной информации.

Модели производителя, размещенные в различных интернет ресурсах с открытым доступом, повышают конкурентоспособность производителя, наращивают контингент заказчиков и в целом являются хорошей рекламой.

Прежде чем завод начнёт вводить новшество, он должен тщательно разобраться со всеми аспектами и проблемами, с которыми ему придётся встретиться. Производитель, должен определить требования к модели, необходимые для своего производства, и должен согласовать их с BIM-специалистом.

Условия и требования к созданию моделей строительных конструкций следует оформлять как BIM стандарт организации. В стандарте необходимо описать уровень детализации модели для разных целей, правила именования, маркировки, необходимые параметры конструкции, набор чертежей, который получается из модели, набор информации в спецификациях, стиль визуализации, параметрические зависимости или каталоги изделий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перечень поручений Президента РФ по итогам заседания Государственного совета, состоявшегося 17 мая 2016 года. URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/52154> Дата обращения: 10.08.2018.
2. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/57425> Дата обращения: 14.08.2018.
3. Руденко О.В., Есполова З.А. Моделирование конструкции для печати на строительном 3d принтере.// BULLETIN ALMANACH SCIENCE ASSOCIATION FRANCE-KAZAKHSTAN. 2017. №1. С. 41-47.
4. Иноземцев А.С., Королев Е.В., Зыонг Т.К. Анализ существующих технологических решений 3d печати в строительстве //Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 7 (118). С. 863-876.
5. Горчакова С.Д. BIM технологии в проектировании и производстве металлоконструкций, «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №9. 2017 URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_29448367_68797128.pdf Дата обращения:10.08.2018.
6. Глуханюк И. SOI — революция в управлении BIM данными, [Комплексные BIM решения] URL: <http://prorubim.com/ru/2017/03/soi/> . 06.03.2017.
7. Шкатов В. Как BIM-технологии помогают в производстве ЖБК [Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.RU»] URL: <http://rcmm.ru/arhitektura-i-proektirovanie/22568-kak-bim-tehnologii-pomogayut-v-proizvodstve-zhbk.html> Дата обращения: 4.08.2018.
8. [Единый каталог BIM моделей] URL: <http://file-system.ru> Дата обращения: 20.08.2018.

СИСТЕМОТЕХНИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЗДАНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Р.С. Васильев¹, А.Г. Чепрасов², Е.В. Игнатова³

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (rusid80@hotmail.com)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (anonym.ch@mail.ru)

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ignatova@mgsu.ru)

Аннотация

Вертикальное озеленение стен зданий обеспечивают экономические и экологические выгоды, а также эстетическую ценность. Данный способ позволяет улучшать эстетику различных зданий с помощью стеновых зелёных ограждений, селекции растений и растительного покрова.

Растения являются одним из самых быстрых, наиболее экономически эффективных средств для устранения негативного визуального восприятия фасадных стен, повышение в зданиях общественного статуса и значительного улучшения визуального удобства, в общих чертах улучшение экономических и социальных условий города. Применение вертикального озеленения приводит к увеличению значения свойств за счет резкого повышения комфорта пребывания в здании, а также формирование общественного признания, превращая здание в узнаваемую достопримечательность (рис. 1).



Рис. 1. Здание с технологией вертикального озеленения в Париже

Зелёное насаждение прикрывает вид плоских или некрасивых стен (рис. 2) и обеспечивает защиту здания от внешних загрязнений, таких как выбросы углекислого газа и различных испарений.



До

После

Рис. 2. Сравнения стены до установки на ней зелёных насаждений и после

Так как зелёные насаждения непосредственно участвуют в фотосинтезе, угарный газ, выделяемый в городской среде не способен оказывать значительное влияние на людей, страдающих заболеваниями верхних дыхательных путей (рис. 3).

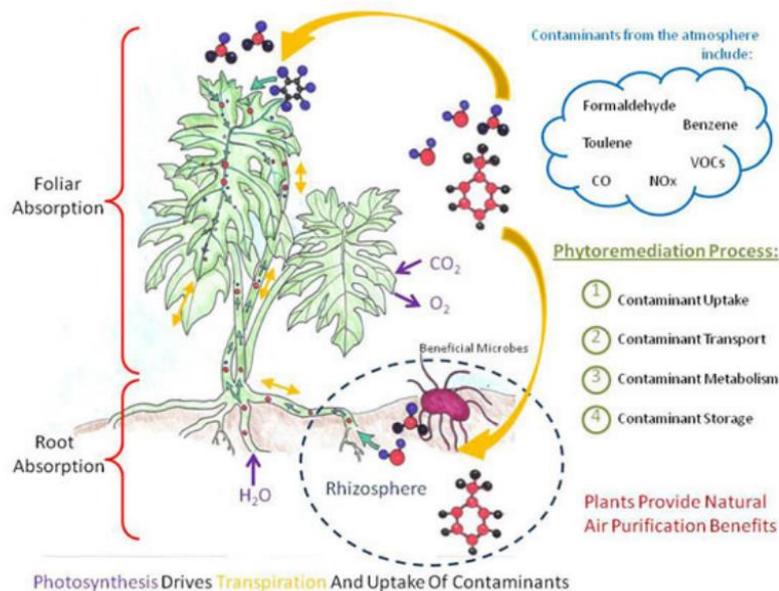


Рис. 3. Процесс фотосинтеза растений

Также озеленение фасадов способствует уменьшению колебаний температуры оболочки здания. Уменьшенные колебания температуры уменьшить расширение и сжатие строительных материалов и продлить срок службы здания. Зеленые стены способны защитить ограждающую конструкцию здания от ультрафиолетовых лучей и кислотного дождя, уменьшая образование трещин.

Исходя из этих положительных качеств, мы пришли к тому, что данная технология должна непрерывно и поступательно развиваться, в особенности в тёплых краях и за ней нужен определённый контроль, относительно состояния данных зелёных насаждений и всего микроклимата здания в целом. То есть нужно разработать автоматизированную систему управления температурой и подачи воды для растений, а также контроль за комфортными условиями внутри помещений в предполагаемом здании.

ВВЕДЕНИЕ

Основной проблемой, затрагивающей работоспособность зелёных насаждений, является контроль за их состоянием. Нередки случаи внешних воздействий на данные зелёные «стены» и это требует больших затрат и усилий на восстановление конструкций для

повторного озеленения, если оно потребуется. Поэтому в данном случае требуется контроль за состоянием зелёного насаждения. В данный момент в таких странах как Россия, страны СНГ и даже Евросоюз, чаще всего доминирует ручной контроль и ручное устранение неполадок, потому что такие технологии применяются очень редко и в России очень много ветхих зданий и устаревших зданий с изношенными фасадами.

Чтобы обеспечить данный контроль за состоянием озеленения, нужна определённая система климат контроля, аналогичная климат контролю в автомобиле или в торговых центрах. Это позволит сократить финансовые затраты на ремонт опорных конструкций для зелёных насаждений и предотвратить незапланированные закупки новых растений.

Иными словами, мы должны обеспечить взаимодействие между человеком, объектом управления и ЭВМ, то есть автоматизацию данного процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассмотрим одну из исторических справок. Новая эра вертикального озеленения началась в конце XX века. Французский ботаник и дизайнер Патрик Бланк (Рис.4) занимался исследованиями тропических дождевых лесов, черпая в них вдохновение для «вертикальных садов», или «зеленых стен».



Рис. 4. Патрик Бланк в саду

Знание ботаники помогает Бланку подбирать наиболее эффектные композиции из растений, хорошо уживающихся друг с другом. Полезным для Бланка оказался, например, тот факт, что в Малайзии 8 тыс. видов растений, из которых 2,5 тыс. способны произрастать без почвы – на самых разнообразных поверхностях, а это означает богатейшие возможности для создания вертикальных насаждений.

В результате поисков и экспериментов Бланк разработал технологию, позволяющую создавать подлинно вертикальные насаждения на стенах зданий (рис. 5).



Рис. 5. Технология вертикальных насаждений Патрика Бланка

Кроме зелёных насаждений на стенах, также вертикальные насаждения производятся на следующих архитектурных решениях (рис. 6):

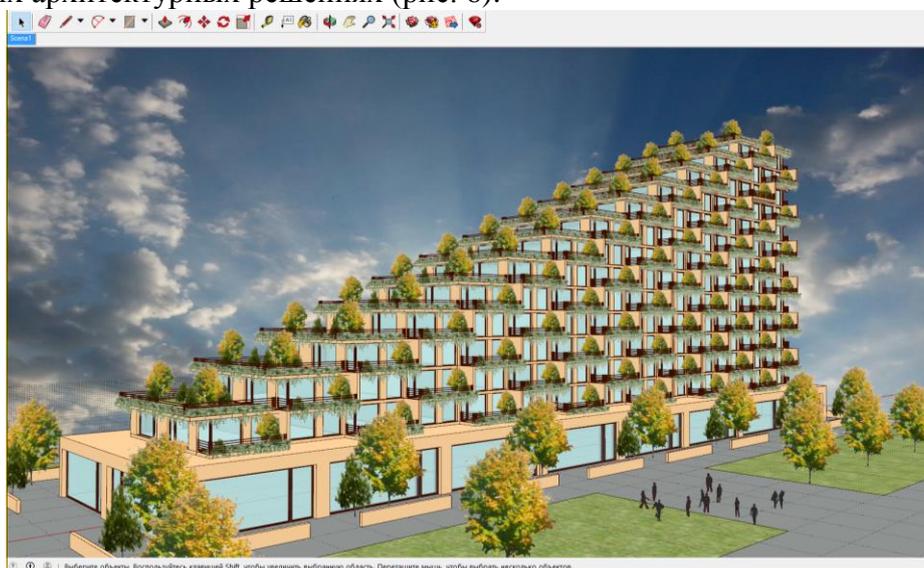


Рис. 6. Вертикальное озеленение с помощью выделения под деревья участков на этаже.
Концепт архитектурного решения с насаждениями на крышах,
выполненный в Autodesk Sketchup 2017

Технология автоматизации климат контроля для вертикального озеленения

Автоматизацию мы рассмотрим на примере нашей концепции.

Данная концепция будет предполагать в себе размещение нескольких сотрудников (может быть трое) в каком-то помещении, где будут установлены ЭВМ, на которых будет установлено ПО контроля, и к ЭВМ будут подключены периферийные устройства,

отвечающие за передачу данных в специальный дата центр, от которого будут подключены соответствующие оборудования. Они будут осуществлять подачу воды на настенные решётки, регулирование температуры, по аналогии с отопительными трубами, то есть будет осуществляться подача холодной или горячей воды. Всё это будет регулировать специальное программное обеспечение, которое будет связано с дата-центром.

Дата-центр (ЦОД) будет хранить информацию в виде отчётности по состоянию внешней окружающей среды (температура, скорость ветра, влажность воздуха) и пытаться анализировать информацию с помощью геосводок и пользователю можно будет настраивать в ПО алгоритм контроля за погодой. Например, если будет очень сухая погода и метеосводки будут показывать устойчивую жару, то система климат контроля будет задавать алгоритм ежедневного орошения. А если будет дождливая неделя, то подача воды полностью прекратится, будет включено осушение прилегающих областей.

Данную систему можно будет применять не только на зелёных вертикальных насаждениях. Такой климат контроль может обеспечить общий комфорт всему зданию, если его осуществлять как снаружи, так и внутри стен. Для этого будет необходим стабильный доступ в интернет, как минимум две серверные для бесперебойной работы системы.

Одним из главных аспектов использования зеленых насаждений на фасадах здания является автоматическое решение проблем с выбором дизайна внешней отделки.

При всём полете фантазии дизайнеров и архитекторов и разнообразии архитектурных решений, как правило природа выигрывает в создании грациозных форм, эстетичных видов и приятных для человеческого восприятия деталей окружения. Использование “зелёных” стен помогает человечеству заимствовать “стиль”, которым пользуется живая природа.

Во-первых, каждый объект, при строительстве и отделке которого используются вертикальные зеленые фасады, будет уникальным. Даже типовое сооружение будет выделяться на фоне остальных “близнецов” внешне. В зависимости от вида растений может меняться как текстура фасада, так и его цветовая составляющая.

Все основные преимущества автоматизации контроля можно рассмотреть в таблице ниже (табл. 1).

Табл. 1. Преимущества автоматизации контроля зелёных фасадов

	Без использования вертикальных зеленых фасадов	Использование зеленых фасадов без автоматической системы жизнеобеспечения растений	Использование зеленых фасадов с автоматической системой регулирования микроклимата здания
Необходимый обслуживающий персонал	Монтажники, маляры, штукатуры	Садовники, флористы	Оператор ЭВМ
Снижение уровня голоса	-	+	+
Экономит воду и полив требуется меньше усилий	-	-	+
Снижает уровень CO2 и увеличивает кислород и улучшение качества воздуха	-	+	+
Предотвращение от пыли и вредных микроорганизмов	-	-	+
Действует как естественной изоляции горячего и холодного	-	+	+

воздуха и экономии энергии			
Увеличивает ценность и ходкость вашего дома или офисного здания	-	+	+
Помогите восстановить места, где дикая природа может выжить	-	+	+
Возможность подключения к KNX	-	-	+

Для того, чтобы наглядно себе представить управление этими растениями, был разработан концепт интерфейса управления микроклиматом здания (рис. 7). Концепт выполнен в Visual Studio 2015.

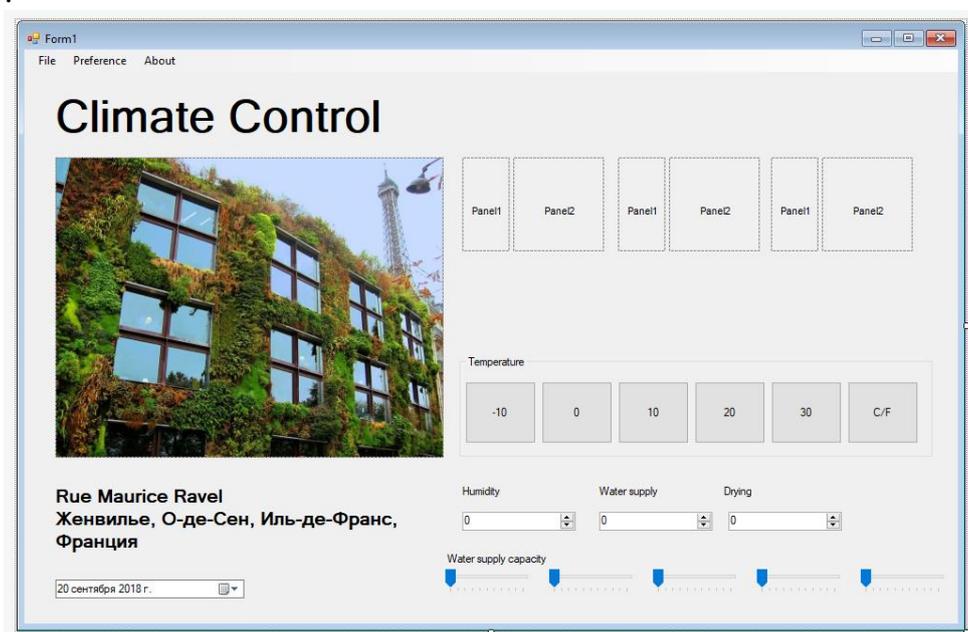


Рис. 7. Концепт ПО для управления микроклиматом здания

Способ подачи воды

Для полива фитостен используются системы капельного полива, что позволяет организовать автоматизацию системы полива.

При возвратной системе роль шлангов может выполнять капиллярный материал (ткань стенок с капманами). В этом случае система обязательно должна быть автоматизирована.

В стенах с лотками используется, чаще всего ручной залив воды по выставленному уровню. Уровни часто выходят из строя. На высоких ярусах проблематично поливать вручную, и тем более фиксировать уровень воды, поэтому всё равно нужно будет создать капельный полив с компенсированными капельницами. Расход воды тесно завязан с температурой внешней среды. Чем выше ярус, тем выше температура и больше испарения из открытых контейнеров. Также, по практике, капиллярных сил от 2 ножек не хватает на обеспечение влагой земляного кома растения. При попадании болезнетворных организмов в раствор – все горшки лотка подвергаются риску. Размер фитостены ограничен длиной полки.

Перспектива внедрения микроклимата здания при помощи KNX

Интеллектуальная система KNX, объединяя в единую систему отопление, кондиционирование и вентиляцию, эффективно управляет климатом в любом помещении и на внешних фасадах (рис. 8). Полученные с датчиков значения температур и состояния воздуха исполь-

зуются контроллерами климата для обеспечения оптимальной температуры и качества воздуха.

KNX применяется для:

- индивидуального управления температурой помещений
- поддержания климат-контроля
- управления вентиляцией
- управления фанкойлами (вентиляторными доводчиками)
- управление кондиционерами
- отслеживания состояния окон и дверей
- управление шторами и жалюзи

KNX применяется как в жилых, так и в общественных зданиях. Учитывая высокую стоимость эксплуатационных расходов и энергоресурсов снижение на 40 % затрат, даёт значительную экономию для владельцев недвижимости и жилого фонда.

Снижение температуры в помещении всего лишь на 1 градус даёт снижение затрат энергоресурсов на 6 %. Комплексное управление климатом в помещениях здания даёт экономию энергоресурсов до 40 %. В управлении освещением экономия энергозатрат достигает 80 %*.

* Приводимые цифры энергосбережения и энергоэффективности при автоматизации зданий основаны на исследованиях немецких учёных Общества имени Фраунгофера.



Рис. 8. Архитектурное решение вертикального зелёного насаждения

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По итогам анализа систем и технологий вертикального озеленения были выявлены следующие достоинства.

Снижение уровня шума

Почва и растения, которые используются для создания вертикальных «зелёных» фасадов, обладают функцией голосового поглощения. Поглощаются наружные шумы и вибрации (до 40 дБ). Стены, построенные с использованием технологии озеленения, обеспечивают тишину и покой на рабочих местах и внутри квартир. Небольшое закрытое хеджирование (защита) при помощи зеленых стен, расположенное вокруг рабочего пространства, приведет к снижению шума на 5 дБ.

Экономия воды и уменьшение затрат усилий на полив

Одним из самых больших преимуществ вертикальных садов, является их система управления водой. Во-первых, полив становится очень эффективным с помощью системы капельного орошения или гидропонной системы. Любые сточные воды собираются в нижней части шпалеры (держателя растений) в специальном лотке, где она испаряется. Вода из лотка может быть переработана и повторно использована для полива. Это означает, что практиче-

ски вся вода будет израсходована и потери будут минимальными. Отсутствие отходов и оставшейся воды удобно тем, что вода для полива с добавлением удобрений не будет сбрасываться в сточные воды. Это обеспечит защиту окружающей среды от химических загрязнений.

Снижает уровень CO₂ и увеличивает кислород и улучшение качества воздуха

Использование вертикальных систем озеленения гарантирует непосредственные улучшения в области экологии. Стены поглощают углекислый газ и перерабатывают его в кислород. Обогащение кислородом территории около здания полезно для людей, которые находятся внутри. Стены с озеленением обеспечивают защиту помещений от вредных органических соединений, которыми сегодня так сильно насыщены наши города. Растения играют роль живого фильтра и при массовом использовании смогут заметно повлиять на улучшение чистоты городского воздуха из-за природных биохимических процессов, путём удаления загрязнений воздуха как внутри, так и снаружи зданий. Из-за фотосинтеза растений становится ясна ценность использования живых фасадов в городских реалиях. Приблизительно 1 квадратного метра прозябавшей площади стены будет фильтровать воздух примерно 100 квадратных метров офисной площади.

Защита от пыли и вредных микроорганизмов

Стеновые ограждения с использованием зеленых фасадов предотвращают попадание пыли и влаги внутрь офисных, либо жилых помещений. Благодаря этой функции, «зелёные» фасады вызывают уменьшение концентрации вредных микроорганизмов и пыли внутри помещений. Улучшение чистоты воздуха помогает на 30 % снизить такие симптомы как кашель, сухость в горле, дискомфорт при дыхании у посетителей здания. По подсчётам и фактическим замерам на 24 % снижено содержание вредных веществ, вызванных загрязнением воздуха человеком, и почти на 60 % снижена концентрация вредных микроорганизмов, плесени и бактерий. Таким образом, с очистителем воздуха в виде «живой» ограда посетители здания имеют намного меньше шансов заболеть.

Естественная защита от перепад горячего и холодного воздуха и экономия энергии здания.

Косвенно, стены с использованием систем вертикального озеленения помогают снизить энергопотребление здания. Из-за того, что растения являются хорошим теплоизолятором и «фильтром» для воздуха у жильцов и посетителей появится возможность экономить на потреблении энергии на нужды отопления и кондиционирования. Растительность на стенах летом будет охлаждать здание и наоборот, удерживать тепло в зимний период. В холодное время года вечнозеленые виды растений способны изолировать небольшой слой воздуха вокруг себя.

Был зафиксирован изолирующий эффект, который почти на 30 % снижал потери тепла, путём снижения конвекции. Возможно, такой высокий процент был достигнут из-за температуры близкой к замерзанию. Более заметна экономия на электропотреблении в летний период. Из-за действия палящих лучей солнца здание нагревается и увеличивается температуры внутри помещений. В свою очередь это влечёт повышение спроса на системы кондиционирования. При использовании фасадов с озеленением температура здания не поднимается, так как постоянно происходит испарение влаги с листьев растений, что увлажняет и охлаждает климат вокруг и внутри. Зеленые фасады могут уменьшить температуру стен приблизительно до 15 °F, что приводит к значительной экономии на кондиционировании воздуха.

В Токио технологический институт выяснил, что стеновые панели с озеленением снижают температуру здания до 10 °C. Был также сделан вывод, что зеленые стеновые панели уменьшают передачу энергии в здании на ~ 0,24 кВт/м.

Защита растений от вредителей и болезней

Так как растения на фасаде произрастают вертикально, большинство вредителей не могут добраться до насаждений. Это однозначно облегчает заботу о растениях, так как вредители не будут посягать на озеленение. Такое расположение зелени позволяет экономить на

постоянных обработках инсектицидами, что хорошо сказывается и на бюджете и на здоровье самих растений, так как заметно снижается воздействие вредных химических веществ. Благодаря хорошей циркуляции воздуха меньше растений будет страдать от заболеваний, таких как мучная роса, грибки и др.

Живые растения уменьшают уровень стресса, создают спокойную атмосферу

Использование озеленения на фасадах положительно сказывается на восприятии архитектурной конструкции человеком. Вертикальное озеленение фасадов выгодно выделяет и придаёт свежести архитектурным решениям. Сочетание исконно природных цветов растительности на стенах делает восприятие композиции очень легким и естественным. Это снижает у наблюдателя уровень стресса, помогает подавить психологическое давление. Внешний вид «зелёной» стены позволяет «омолодить» пейзаж и снизить физическую и моральную усталость от нахождения около зданий. Наличие растений в офисах позволяет повысить производительность труда работников, так как они меньше устают от нахождения на рабочем месте.

Увеличение архитектурной значимости здания

Использование растений в архитектуре являются одним из самых простых и верных способов снизить негативное восприятие местности и улучшения визуальной составляющей архитектурного решения. На сегодняшний день из-за редкого использования зеленых фасадов, здания, которые используют такую технологию становятся значительно заметнее нежели остальные. Такие здания могут легко стать узнаваемым ориентиром. Американские и британские Исследования показывают, что наличие зеленых растений выгодно выделяют здания, а также люди куда охотнее посещают их.

Сохранение баланса микро и макрофлоры

На сегодня в городских реалиях использование зелёных фасадов напрямую помогает сохранить баланс флоры в густонаселённых районах. Из-за потери среды обитания диких растений природа не может восполнять разнообразие растительных видов, которые так нужны для жизни животным и человеку. Наличие зеленых фасадов в здании является помощью в восстановлении флоры в зоне города. При правильном выборе растений будет создана среда, идеально подходящая для жизни птиц, бабочек, пчёл. Использование озеленения сегодня есть прямая забота о природе и животном мире.

Уменьшение влияния активной урбанизации

Зеленые стены помогают заметно смягчить след урбанизации в городах. Учёные давно выяснили, что городская область заметно теплее, чем окружающая её сельская. Этот эффект был назван (UHI)

Эффектом городского тепла. Особенно заметен он в зимнее время и ночами. Главной причиной появления такой разницы температур послужило чрезмерное развитие городов. Использование растений на фасадах зданий, на сегодня является самым простым способом естественно охлаждать город и нивелировать эффект городского тепла. Добиться этого получается из-за того, что с листьев растений испаряется много влаги, вследствие чего повышается влажность воздуха и снижается температура.

ВЫВОДЫ

Зелёные насаждения в виде растений, расположенных на фасадных стенах, имеют большие преимущества в городской среде, способствуют улучшению экологической обстановки в городе или мегаполисе, уменьшению внешних загрязнений, сохранению баланса городской среды и дикой природы. Город становится чище, жители города меньше болеют, инфраструктура города приобретает привлекательность для туристов, что способствует улучшению экономической ситуации и пополнению казны города.

Следовательно, этим зелёным насаждениям нужен чётко сбалансированный контроль, чтобы не допустить серьёзных нарушений по уходу за растениями и монтажированию конструкций. Также контроль нужен для недопущения демонтажа конструкций здания ввиду

повреждения опорных конструкций для зелёных насаждений. Также данный контроль будет комплексным и включать в себя климат контроль всего здания. Его можно обеспечить с помощью автоматизированных систем управления состоянием зелёных насаждений с помощью взаимодействия ЭВМ и человека. Автоматизация процессов климат контроля позволит минимизировать человеческие ресурсы и позволит задавать какой-либо алгоритм контроля, в зависимости от погодных условий или стихийных ситуаций.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Özgür Burhan Timur and Elif Karaca*. Парниковый эффект и изменения климата // Природа. 2014. С. 6—36.
2. LetoStudio. Вертикальное озеленение интерьеров // Вертикальное озеленение. Используемые системы, их плюсы и минусы. Режим доступа: <https://letostudia.ru/blog/sistemy-vertikalnogo-ozeleneniya/> / Дата обращения: 20.09.18.
3. 3DWareHouse Sketchup. Библиотека моделей. Режим доступа: <https://3dwarehouse.sketchup.com/search/?q=green%20buildings&searchTab=model> / Дата обращения: 20.09.18.
4. Умный дом KNX. Режим доступа: <https://proumnyjdom.ru/sistemy-avtomatizacii/oborudovanie-knx.html> / Дата обращения: 20.09.18
5. Russia Post // Вертикальные сады Патрика Бланка. Режим доступа: <https://www.russiapost.su/archives/4208> / Дата обращения: 20.09.18

ЗАЩИТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СФЕРЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ

А.Д. Ишков

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (aishkov@gmail)*

Аннотация

Россия пока отстает по патентной защите блокчейн-технологий, что является только частью более широкой проблемы общего отставания России в деле развития и защиты интеллектуальной собственности. По коэффициенту изобретательской активности Россия в 2015 г. отставала в 5–18 раз от технологически развитых стран. По абсолютному количеству заявок на патенты на изобретения Россия занимала в 2016 г. 7 место в мире. Коэффициент технологической зависимости (соотношение зарубежных и отечественных заявок на изобретения) с 2004 г. по 2015 г. вырос с 0,3 до 0,55. Однако по оценкам специалистов Центра интеллектуальной собственности «Сколково» у России сейчас оптимальный момент для включения в патентную гонку в сфере блокчейн-технологий. А активное включение в разработку блокчейн-технологий крупных российских организаций (Внешэкономбанк, Роспатент, Сбербанк, НИТУ «МИСиС» и др.), оставляет надежду на то, что и у России еще есть шанс войти в число лидеров по данному направлению.

ВЕДЕНИЕ

Специалисты относят киберфизические системы и технологии блокчейн к ключевым факторам цифровизации экономики [1]. Блокчейн (цепочка блоков) – это распределённая (без единого центра) база данных, которая хранит одновременно на множестве компьютеров растущий список записей (их называют блоками), каждый из которых содержит метку времени и ссылку на предыдущий блок. Децентрализованная база данных обеспечивает, полную прозрачность, конфиденциальность, взаимодействие без посредников и максимальный уровень безопасности.

Россия пока отстает по патентной защите блокчейн-технологий. Так в России до 2017 г. включительно было подано всего 17 заявок на защиту интеллектуальной собственности в сфере блокчейн-технологий [2]. В Китае за это же время было подано 550 заявок, в США – 284, а в Южной Корее – 192. При этом в мире наблюдается стремительный рост заявок на патентную защиту блокчейн-технологий: если в 2014 г. было подано 84 заявки, то в 2015 г. – 229, а в 2016 г. – уже 455 заявок [2].

Из фирм лидирует китайская компания «Bubi Network Technologies» (26 заявок), за ней следует южнокорейская «Coinplug» (21 заявка), а американские IBM и «Bank of America» подали по 17 заявок [2].

К сожалению, отставание России в области патентования блокчейн-технологий является только частью более широкой проблемы общего отставания России в деле развития и защиты интеллектуальной собственности. В докладе Центра стратегических разработок (ЦСР) «Эффективное использование интеллектуальной собственности» (2017), председателем совета которого является А.Л. Кудрин, отмечается, что «Россия десятикратно отстает от развитых стран на рынке интеллектуальной собственности» [3]. И это при том, что в ближайшее десятилетие «роль интеллектуальной собственности и цифровой инфраструктуры оборота интеллектуальных прав станет ключевым фактором, определяющим рост национальных экономик и, как следствие, влияния страны в мире» [3], а в исследовании Всемирного Банка «Где богатство наций? Измеряя капитал 21 века» указывается, что 80 % капитала развитых стран составляет нематериальный капитал [4].

Рост рынка интеллектуальной собственности опережает рост валового внутреннего продукта (ВВП): с 2000 г. по 2011 г. мировые доходы от экспорта интеллектуальной собственности увеличились в 3,1 раза при росте ВВП в 2,1 раза [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основным методом исследования стал анализ информации, получаемой из различных источников, а том числе анализ официальных документов, экспертных мнений, данных статистики и т.д.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Уровень патентной активности, являющийся одним из важнейших показателей технологического развития страны, оценивается по коэффициенту изобретательской активности (количество заявок на патенты на изобретения от национальных заявителей на десять тысяч населения). По коэффициенту изобретательской активности Россия в 2015 г. отставала в 5–18 раз от технологически развитых стран [3].

По абсолютному количеству заявок на патенты на изобретения Россия занимала в 2016 г. 7 место в мире (41,6 тысяч заявок). В Китае в 2016 г. было подано 1 102 тысяч заявок на патенты на изобретения, в США – 589 тысяч заявок, в Японии – 319 тысяч заявок, в Республике Корея – 213,7 тысяч заявок, в Германии – 66,9 тысяч заявок и в Индии – 45,7 тысяч заявок [3]. Коэффициент технологической зависимости (соотношение зарубежных и отечественных заявок на изобретения) с 2004 г. по 2015 г. вырос с 0,3 до 0,55. При этом в Китае данный показатель за тот же период времени снизился с 0,98 до 0,14, а в Японии, Германии, Республике Корея находится в интервале 0,23–0,28 [3].

Коэффициент самообеспеченности (соотношение отечественных заявок к общему числу заявок внутри страны) в России с 2005 г. по 2015 г. снизился с 0,73 до 0,64, что «демонстрирует растущую зависимость отечественной промышленности от зарубежных технологий и слабую динамику положительных изменений в культуре правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности российских организаций» [3]. Отметим, что в 2015 г. коэффициенты самообеспеченности развитых стран (Китай, Япония, Республика Корея и Германия) находились в интервале 0,71 – 0,88 [3].

Поэтому в докладе ЦСР первым пунктом в разделе «Первоочередные шаги (до 2019 года)» ставится задача объединения «усилий ведущих научных, образовательных организаций, институтов развития, авторских обществ, производственных организаций для выработки стандартов и апробации современных технологий, таких как умные контракты, блокчейн и др., применительно к обороту прав на объекты интеллектуальной собственности в цифровой среде» [3]. Негативным последствием «недостатка внимания к развитию института интеллектуальной собственности уже в ближайшем будущем» станет «увеличение разрыва между Россией и развитыми странами на рынке вещественных товаров и услуг» [5].

По оценкам специалистов Центра интеллектуальной собственности «Сколково», у российских изобретателей сейчас оптимальный момент для включения в патентную гонку в сфере блокчейн-технологий, а низкая активность россиян в патентовании блокчейн-технологий свидетельствует, в первую очередь, об отсутствии соответствующих разработок [6]. Исследования, проведенные Центром интеллектуальной собственности «Сколково», показали основные направления патентования блокчейн-технологий [6]:

- 30 % – обмен информацией с помощью шифрования;
- 20 % – криптовалюта;
- 20 % – идентификация пользователей для осуществления транзакций;
- 18 % – умные контракты;
- 12 % – подтверждение транзакций.

Патентные поверенные отмечают, что защита блокчейн-разработок с помощью свидетельства о регистрации программы для электронных вычислительных машин является не

эффективной, и считают необходимым патентовать блокчейн-технологии как изобретения. При этом разработку следует рассматривать «как набор последовательностей, функций и алгоритмов» и «защищать не программный код, а суть программы, её логику действия» [7]. Кроме того, желательно запатентовать интерфейс программы в качестве промышленного образца и зарегистрировать логотип программы как товарный знак.

Движение в сторону развития блокчейн-технологий началось и в России. Так в 2017 г. в Москве был открыт Центр блокчейн компетенций Внешэкономбанка и Национального исследовательского технологического университета «МИСиС». Он стал первым в России специализированным экспертным центром по внедрению блокчейн технологий в разных сферах государственного управления: от регистрации сделок с недвижимостью и до мониторинга цепочек поставок лекарственных препаратов. На базе центра проводятся обучающие курсы для руководителей и специалистов госорганов, международные семинары и конференции по тематике блокчейн, проходят заседания рабочих групп Правительства по внедрению блокчейн в государственном управлении. Первыми партнерами и резидентами Центра стали международные компании Bitfury, Ethereum, Waves, PwC, E&Y [8].

В октябре 2017 г., Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) и Внешэкономбанк заключили соглашение о сотрудничестве, приоритетными направлениями которого будет [9]:

- разработка и проведение образовательных программ для подготовки специалистов в области технологии распределенных реестров на базе Центра компетенций блокчейн ВЭБ;
- разработка и реализация совместных кросс-индустриальных пилотных проектов на базе технологии распределенных реестров (блокчейн), в которых ФИПС принимает участие в качестве эксперта, проектировщика;
- проведение регулярных совместных рабочих встреч на территории Центра компетенций блокчейн в рамках сотрудничества по развитию технологии блокчейн;
- организация совместных конференций, образовательных мероприятий, хакатонов, чемпионатов, конкурсных отборов проектных решений на основе технологии блокчейн, в том числе для реализации проектов на базе распределенных реестров.

В декабре 2017 г. был выдан первый в России патент на блокчейн-технологию [10]. Патент на систему отслеживания и контроля продукции на всех этапах от производства до реализации получил Игорь Дю, руководитель молочного комбината «Галактика» в Гатчине. Технология блокчейн в данном изобретении обеспечивает сохранение информации обо всех операциях с продукцией в распределенную базу данных. По каждой операции сохраняются данные о времени, дате, участниках, виде операции. Система надежно защищена от несанкционированного доступа и изменения информации, поэтому она может применяться для комбинированного контроля подлинности и качества продукции в перерабатывающей промышленности либо в аналогичных комплексных системах, где стоит задача мониторинга фальсифицированной, контрафактной или неучтенной продукции.

В числе лидеров по внедрению блокчейн-технологий в России оказался Роспатент, который пытается реализовать блокчейн-разработки сразу по двум направлениям [11]:

- Перевод в блокчейн сервиса по размещению объектов авторского права – программы для ЭВМ и базы данных.
- Создание онлайн-системы распоряжения правами на объекты интеллектуальной собственности (перехода прав, лицензирование в интеллектуальной сфере, патентные пошлины, платежи за охрану, расчеты между субъектами, которые продают и покупают права на интеллектуальную собственность).

ВЫВОДЫ

Как отмечают патентные аналитики, в патентовании блокчейн-технологий активно участвуют в основном крупнейшие мировые компании, что может позволить им блокировать

использование новых технологий другими лицами, ограничив круг пользователей [2]. Россия же пока оказалась в роли догоняющего, использующего в основном чужие разработки. Однако активное включение в разработку блокчейн-технологий крупных российских организаций (Внешэкономбанк, Роспатент, Сбербанк, НИТУ «МИСиС» и др.), оставляет надежду на то, что и у России еще есть шанс войти в число лидеров по данному направлению.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бийчук А.Н.* Цифровая трансформация бизнеса в современной экономике // Экономическая среда. 2017. № 2 (20). С. 14-16.
2. *Рожков Р.* Блокчейн без патента // Коммерсантъ. 28.08.2017. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3395806>.
3. Эффективное использование интеллектуальной собственности. Доклад Центра стратегических разработок. М.: ЦСР, сентябрь 2017. 60 с. Режим доступа: http://csr.ru/wp-content/uploads/2017/10/Intellektualnaya_sobstvennost_doklad.pdf. Дата обращения: 08.09.2018.
4. Where is the wealth of nations? : measuring capital for the 21st century // Официальный сайт Всемирного банка. Режим доступа: <http://documents.vsemirnyjbank.org/curated/ru/287171468323724180/Where-is-the-wealth-of-nations-measuring-capital-for-the-21st-century>. Дата обращения: 08.09.2018.
5. Россия отстает от развитых стран на рынке интеллектуальной собственности // Официальный сайт Центра стратегических разработок. Режим доступа: <https://www.csr.ru/news/rossiya-desyatikratno-otstает-ot-razvityh-stran-na-rynke/>. Дата обращения: 08.09.2018.
6. Россия вступила в патентную войну за блокчейн // News24Today. Режим доступа: <http://news24today.info/rossiya-vstupila-v-patentnuyu-voynu-za-blokcheyn.html>. Дата обращения: 08.09.2018.
7. Получение патентов, связанных с технологией блокчейн // Официальный сайт патентного поверенного Г.О. Селезнева. Режим доступа: <http://www.patentoved.com/blockchain>. Дата обращения: 08.09.2018.
8. ВЭБ и НИТУ «МИСиС» открыли первый в России Центр блокчейн компетенций // Официальный сайт Внешэкономбанка. Режим доступа: http://www.veb.ru/press/news/index.php?id_19=104452. Дата обращения: 08.09.2018.
9. ФИПС и Внешэкономбанк готовы совместно разработать проекты на базе технологии блокчейн // Официальный сайт Федерального института промышленной собственности. Режим доступа: <http://new.fips.ru/news/fips-i-vneshekonombank-gotovy-sovmestno-razrabotat-proekty-na-baze-tekhnologii-blokcheyn/>. Дата обращения: 08.09.2018.
10. Способ контроля подлинности и качества продукции в процессе производства и реализации: пат. 2639015 Рос. Федерация. № 2017102462,; заявл. 26.01.2017; опубл. 19.12.2017, Бюл. № 35. 16 с.
11. *Березина Е.* Заявки в стол. На изобретения, основанные на блокчейн, выдан всего один патент // Российская газета – Федеральный выпуск. 12.04.2018. №7542 (79). Режим доступа: <https://rg.ru/2018/04/12/glava-rospatenta-rasskazal-o-vozmozhnostiah-primeneniia-blokcheyn.html>. Дата обращения: 08.09.2018.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ)

Е.Х. Китайцева¹, Д.А. Константинова²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (keh2@bk.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (konstantinovada@mgsu.ru)

Аннотация

В данной работе описана одна из задач киберфизической системы для снабжения тепловой энергией на нужды отопления – идентификация объекта системы. Определение текущих теплотехнических характеристик объекта предлагается проводить путем обработки собираемой киберфизической системой данных измерений: – температуры наружного воздуха, температуры сетевой воды на входе и выходе из системы расхода теплоносителя в подающем трубопроводе.

В статье представлена математическая модель потребления тепловой нагрузки на нужды отопления. Для поиска коэффициентов, входящих в математическую модель, предлагается использовать метод наименьших квадратов. Минимизируемая функция учитывает наличие в рассматриваемом процессе двух откликов. Разработанный алгоритм, позволяет решить поставленную задачу. Полученные коэффициенты, отражающие текущую потребность в тепловой энергии на нужды отопления, могут использоваться при регулировании отпуски теплоты зданиям и сооружениям

ВВЕДЕНИЕ

Моделирование зданий с использованием информационных технологий (BIM – Building Information Modeling) является одной из задач построения цифровой экономики. Среди общей массы различных тем одной из важнейших является идея о киберфизических системах (CPS). Любая инженерная система, например, система теплоснабжения, является физической по своей сути и становится «умной» (киберфизической) в результате деятельности человека.

Как отмечается в работе [1] «Ключевым в CPS является модель, используемая в системе управления, — от того, как она соотносится с реальностью, зависит работоспособность киберфизической системы». Модели, используемые в киберфизических системах, включают в себя ряд параметров, которые в процессе эксплуатации этих систем требуют постоянной корректировки. Например, для управления работой систем теплоснабжения при текущих условиях важно корректно определять нагрузку абонентов на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения. Обычно в качестве этих параметров выступают проектные значения, которые, как показывает опыт автора, могут отличаться от реальных величин как в одну, так и в другую сторону.

Главной задачей киберфизических систем является управление процессом, основанное на контролируемых параметрах, с целью повышения экономических показателей.

Для оптимизации отпуски тепловой энергии на нужды отопления необходимо измерять температуру наружного воздуха t_n , температуру теплоносителя на входе t_1 и выходе t_2 из системы отопления, расход теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах системы отопления на головном участке. Современные узлы учета тепловой энергией, установленные на вводах в здания, перечисленные параметры измеряют и в большинстве случаев сохраняют. Ниже излагается способ обработки данных, который позволит как оценить теплотехнические характеристик здания, так и регулировать отпуск тепловой энергии.

Нагрузку Q на нужды отопления зданий принято [2] пересчитывать на текущие условия, исходя из проектной величины Q^p , по формуле:

$$Q = Q^P \frac{t_в^P - t_н}{t_в^P - t_н^P} \quad (1)$$

где $t_в^P$ – расчетная температура внутреннего воздуха, °С; $t_н$ – текущая температура наружного воздуха, °С; $t_н^P$ – расчетная температура наружного воздуха, °С.

Данный подход справедлив до тех пор, пока теплотехнические характеристики ограждающих конструкций здания и воздухопроницаемость оконных и дверных проемов соответствуют проектным значениям. В процессе жизненного цикла происходит постепенное старение конструкций и иногда их резкое “омоложение” (утепление фасадов, которое можно наблюдать в Москве и области). Поэтому проектная нагрузка на нужды отопления является приближенным ориентиром для определения количества тепловой энергии, необходимой для поддержания комфортных условий в помещениях здания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При построении математической модели потребления тепловой энергии на нужды отопления здания были приняты следующие допущения:

1. Тепловые потери здания $Q_{з\partial}$, ккал/ч, зависят от разности температур внутреннего и наружного воздуха:

$$Q_{з\partial} = A_{з\partial} (t_в - t_н) \quad (2)$$

где $A_{з\partial}$, ккал/ч °С – характеристика ограждающих конструкций; $t_в$ – текущая температура воздуха в здании, °С; $t_н$ – текущая температура наружного воздуха, °С.

Коэффициент $A_{з\partial}$ зависит от параметров здания, таких как площадь и термическое сопротивление ограждающих конструкций. Если площадь ограждающих конструкций не меняется в течение жизненного цикла здания, то термическое сопротивление может, как увеличиваться, так и уменьшаться по отношению к проектному значению.

Текущая температура воздуха в здании – понятие достаточно абстрактное, при этом наряду с расчетной температурой воздуха в помещении, зависящей от типа помещения, нормируется и расчетная температура воздуха в здании, определяемая типом здания. Измерить температуру воздуха в каждом помещении можно, а вот в здании уже нельзя, так как непонятно, в каком месте следует это делать.

2. Теплоотдача приборов и труб системы отопления $Q_{c.o}$, ккал/ч, может быть представлена зависимостью аналогичной зависимости для теплоотдачи нагревательных приборов:

$$Q_{c.o} = A_{c.o} \left(\frac{t_1 + t_2}{2} - t_в \right)^n \quad (3)$$

где $A_{c.o}$, ккал/ч °Сⁿ, – характеристика системы отопления; t_1 и t_2 – текущая температура воды на входе и выходе из системы отопления, °С; n – показатель степени, зависящий от типа нагревательных приборов.

3. Количество теплоты Q , ккал/ч, отдаваемое теплоносителем определяется зависимостью:

$$Q = cG(t_1 - t_2) \quad (4)$$

где c – теплоемкость теплоносителя, ккал/кг°С; G – расход теплоносителя, кг/ч.

Предполагая, что в здании нет других источников теплоты, можно записать уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_{з\partial} = Q_{c.o} \quad (5)$$

Систему уравнений (2-5) можно использовать двояко: сначала для уточнения коэффициентов $A_{3д}$ и $A_{c.o}$, n и $t_{г}$, а затем для регулирования отпуска теплоты и приближения текущих условий к комфортным. В статье рассматривается решение первой задачи.

При известных расчетных параметрах (t_1^p , t_2^p , $t_{нi}^p$, $t_{г}^p$, n^p , Q^p) коэффициенты $A_{3д}^p$ и $A_{c.o}^p$, могут быть вычислены по формулам:

$$A_{3д}^p = \frac{Q^p}{t_{г}^p - t_{нi}^p} \quad (6)$$

$$A_{c.o}^p = \frac{Q^p}{\left(\frac{t_1^p + t_2^p}{2} - t_{г}^p \right)^{n^p}} \quad (7)$$

При изменении теплотехнических характеристик здания и условий его эксплуатации (например, в процессе старения, после утепления фасадов, необеспеченность температуры сетевой воды и т.д.) коэффициенты $A_{3д}$ и $A_{c.o}$ будут отличаться от проектных значений.

Оценить коэффициенты $A_{3д}$ и $A_{c.o}$, показатель степени n и температуру $t_{г}$ можно по результатам измерений температуры наружного воздуха $t_{нi}$, температуры сетевой воды на входе и выходе из системы отопления t_{1i} и t_{2i} , количества потребленной тепловой энергии на нужды отопления здания Q_i , (i – номер измерения, m – количество замеров).

В рассматриваемой задаче наблюдаются 2 отклика – $Q_{3д}$ и $Q_{c.o}$, поэтому минимизируемая функция будет иметь вид [3]:

$$\theta = \min \left\{ \sum_{i=1}^m \left[Q_i - A_{3д} \left(t_{г} - t_{нi} \right) \right]^2 + \sum_{i=1}^m \left[Q_i - A_{c.o} \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right)^n \right]^2 \right\} \quad (8)$$

Для нахождения минимума функции (8) продифференцируем по всем искомым параметрам и приравняем производные 0. В результате получим систему уравнений:

$$\frac{\partial \theta}{\partial A_{3д}} = -2 \sum_{i=1}^m \left\{ \left[Q_i - A_{3д} \left(t_{г} - t_{нi} \right) \right] \left(t_{г} - t_{нi} \right) \right\} = 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial A_{c.o}} = -2 \sum_{i=1}^m \left\{ \left[Q_i - A_{c.o} \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right)^n \right] \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right)^n \right\} = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t_{г}} = -2 \sum_{i=1}^m \left\{ \left[Q_i - A_{3д} \left(t_{г} - t_{нi} \right) \right] A_{3д} \right\} + 2 \sum_{i=1}^m \left\{ \left[Q_i - A_{c.o} \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right)^n \right] A_{c.o} n \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right)^{n-1} \right\} = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial n} = -2 A_{c.o} \sum_{i=1}^m \left[Q_i - A_{c.o} \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right)^n \right] \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right)^n \ln \left(\frac{t_{1i} + t_{2i}}{2} - t_{г} \right) = 0 \quad (12)$$

После упрощений уравнений (9-10) имеем явные зависимости для $A_{3д}$ и $A_{c.o}$:

$$A_{3d} = \frac{\sum_{i=1}^m Q_i \left(t_{\theta} - t_{H_i} \right)}{\sum_{i=1}^m \left(t_{\theta} - t_{H_i} \right)^2} \quad (13)$$

$$A_{c.o} = \frac{\sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right)^n}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right)^{2n}} \quad (14)$$

После упрощения уравнений (11-12) имеем систему 2 нелинейных уравнения относительно 2 неизвестных t_{θ} и n :

$$A_{3d} \sum_{i=1}^m \left[Q_i - A_{3d} \left(t_{\theta} - t_{H_i} \right) \right] - A_{c.o} \sum_{i=1}^m \left[Q_i - A_{c.o} \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right)^n \right] \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right)^{n-1} = 0 \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^m Q_i \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right)^n \ln \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right) - A_{c.o} \sum_{i=1}^m \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right)^{2n} \ln \left(\frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} - t_{\theta} \right) = 0 \quad (16)$$

Решение системы (15-16) возможно только численными методами.

Показатель степени n близок к 1. При предположении, что $n=1$, уравнение (15) становится линейным и температура t_{θ} может быть вычислена по формуле:

$$t_{\theta} = \frac{A_{3d} \sum_{i=1}^m \left(Q_i + A_{3d} t_{H_i} \right) - A_{c.o} \sum_{i=1}^m \left(Q_i - A_{c.o} \frac{t_{1_i} + t_{2_i}}{2} \right)}{m \left(A_{3d}^2 + A_{c.o}^2 \right)} \quad (17)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полученная явная зависимость (17) t_{θ} от других параметров не позволяет обойтись без итераций, так как коэффициенты A_{3d} и $A_{c.o}$, вычисляемые по формулам (13-14), нелинейно зависят от искомой температуры t_{θ} . Предлагаемый алгоритм реализует метод простой итерации и состоит из следующих шагов:

1. Принять $n=1$;
2. Принять $t_{\theta}^{(k)} = t_{\theta}^p$;
3. Вычислить A_{3d} и $A_{c.o}$ по формулам (12) и (13) соответственно;
4. Вычислить $t_{\theta}^{(k+1)}$ по формуле (17);
5. Проверить неравенство:

$$|t_{\theta}^{(k)} - t_{\theta}^{(k+1)}| < 0.1 \quad (18)$$

6. Если неравенство не выполняется, принять $t_{\theta}^{(k)} = t_{\theta}^{(k+1)}$ и продолжить с пункта 3;
7. Если неравенство (18) выполняется, принять в качестве решения $t_{\theta}^{(k+1)}$.

ВЫВОДЫ

Проверка сходимости итерационного процесса, реализованного в разработанном алгоритме возможна только при наличии данных замеров.

Сравнение полученных численных значений температуры внутреннего воздуха t_{θ} и коэффициентов A_{3d} и $A_{c.o}$ с проектными величинами A_{3d}^p и $A_{c.o}^p$ может использоваться для идентифи-

кации объекта системы теплоснабжения и оценки состояния теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций ($A_{зд}$) и эффективности работы системы отопления ($A_{c.o}$ и t_e).

Полученные коэффициенты $A_{зд}$ и $A_{c.o}$, отражающие текущую потребность в тепловой энергии на нужды отопления, могут использоваться при регулировании отпуска теплоты зданиям и сооружениям.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8

ЛИТЕРАТУРА

1. *В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот, С.А. Синягов* Кибер-физические системы как основа цифровой экономики // *International Journal of Open Information Technologies*. 2016. Т.4. № 2. С. 18-24.
2. МДС 41-4.2000 МЕТОДИКА определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения (практическое пособие к Рекомендациям по организации учета тепловой энергии и теплоносителей на предприятиях, в учреждениях и организациях жилищно-коммунального хозяйства и бюджетной сферы) М.: ГУП ЦПП, 2000.
3. *Д. Химмельблау* Анализ процессов статистическими методами М.: Мир, 1973.
4. *А.А. Волков, Д.Е. Намиот, М.А. Шнепс-Шенне* О задачах создания эффективной инфраструктуры среды обитания // *International Journal of Open Information Technologies*. 2013. Т.1. № 7. С. 1-10.

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ГЕЛИОУСТАНОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНЦЕПЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Е.Х. Китайцева¹, Д.А. Константинова²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (keh2@bk.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (konstantinovada@mgsu.ru)

Аннотация

В данной работе описаны цель и задачи киберфизических систем для энергоснабжения зданий на основе солнечных коллекторов и солнечных батарей (гелиоустановок). Среди задач выделены сбор данных о текущей работе системы, а также данных для формирования прогноза функционирования системы в ближайшее время, корректировка режима работы системы энергоснабжения на основе полученных данных и оценка необходимости дублирующих энергетических ресурсов.

Также энергетические системы на основе концепции киберфизических систем позволяют организовывать перераспределение энергии внутри сети потребителей. Эффективные сбор и обработка данных позволяют уточнять проектные решения аналогичных систем в перспективе, а также учитывать изменения в характеристиках оборудования уже эксплуатирующийся систем путем введения поправочных коэффициентов в математические модели, описывающие работу систем энергоснабжения на основе солнечных коллекторов и батарей. Также в работе произведена постановка и предложения по разрешению ряда проблем применения данного способа энергоснабжения.

ВВЕДЕНИЕ

Назначение киберфизических систем заключатся в организации взаимодействия физических процессов, например, работа системы энергоснабжения здания, с электронными и программными системами управления данными процессами, причем реализация данного взаимодействия осуществляется непрерывно и в режиме реального времени [1].

Тепло- и электроснабжение жилых и общественных зданий представляется возможным с помощью возобновляемых источников энергии, например гелиоустановок, вырабатывающих теплоту и электричество, преобразуя энергию солнечного излучения с помощью солнечных коллекторов и солнечных батарей соответственно. Управление и регулирование процессов солнечного энергоснабжения с помощью киберфизических систем позволяет решить проблему эффективного применения данных систем на практике.

Проблема эффективного применения солнечного энергоснабжения заключается в суточной неравномерности поступления и потребления энергии и несовпадении этих двух режимов. Анализ показателей работы системы с помощью автоматических средств измерения, модулей хранения и обработки данных позволяет организовывать управление работой системы энергоснабжения здания согласно заданной модели и тем самым повышать эффективность ее работы.

Кроме того, такая информация позволит учитывать особенности работы данных систем в рассматриваемой местности и применять полученную информацию на этапе проектирования новых зданий с аналогичным способом энергоснабжения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проектирование гелиоустановок осуществляется на основе справочных климатических данных [2], основанных на многолетних наблюдениях, а также заданных суточных режимов потребления энергии [3]. На практике расход энергии потребителем и погодные условия могут иметь значительные отклонения от проектных режимов. Управление процессами преоб-

разования поступающей в системы тепло- и электроснабжения энергии, ее сохранения и потребления основывается на анализе информации о работе данных систем, которая может быть получена путем измерения показателей работы системы, а также прогнозов метеорологических станций.

Получение актуальных данных о температуре наружного воздуха, осадках и уровне облачности является основой для вычисления изменяющегося режима поступления тепловой и электрической энергии в систему. Уточнение прогнозов в современных метеорологических ресурсах происходит до 4 раз в сутки [4], с такой частотой рекомендуется получать данные об изменении погодных условий. Снижение частоты обращения к данным метеорологических станций сказывается на точности прогнозирования режима генерации энергии гелиоустановками. Это связано с тем, что с увеличением длительности прогноза (в днях) увеличиваются ошибки прогнозов [5]. Причем для разных населённых пунктов точность прогнозов отличается и варьируется в пределах 60-95 % на период 7 дней. Таким образом, вычисление режима поступления энергии в систему за счет преобразования солнечного излучения с учетом тепловых потерь в атмосферу целесообразно производить не более чем на 7-10 дней.

Данные о режиме и объемах потребления, заданные на этапе проектирования также требуют корректировки на основе постоянного наблюдения за расходом тепловой и электрической энергии. Причем, хранение данных о расходах дольше одного месяца нецелесообразно в связи с возможностью изменения режима и объемов потребления (изменилось количество потребителей, режим их пребывания в здании и т.д.). Таким образом, хранение избыточных и устаревших данных о показателях работы системы зачастую нецелесообразно и пагубно сказывается на взаимодействии физической системы и электронно-программного комплекса.

Прогноз работоспособности энергоснабжения здания на уровне киберфизических систем позволяет выявить одну из двух проблем, которые могут возникнуть при эксплуатации здания: недостаток или избыток вырабатываемой энергии; а также оценить степень сложности проблемы и предусмотреть соответствующие меры. При недостаточной выработке энергии системой производится оценка необходимого объема вспомогательных средств энергоснабжения, а также затраты на их применение и длительность такого периода. При избыточной выработке энергии, предусматривается ее сохранение в дополнительных аккумулирующих устройствах, одним из вариантов которых является перераспределение в сеть общего пользования [6, 7]. В случае с системой теплоснабжения как правило обе обозначенные проблемы можно решить с помощью регулирования работы насосного оборудования в автоматическом режиме.

Еще одной важной задачей сбора информации о работе систем энергоснабжения здания с помощью киберфизических систем является совершенствование процесса проектирования. Оценивая работу гелиосистемы, расположенной в конкретной географической точке, представляется возможным уделять больше внимания ранее не учтённым на этапе проектирования параметрам системы и возводить здания с более эффективными системами энергоснабжения с учетом специфики местности путем введения в математическую модель поправочных коэффициентов.

Строительство зданий на основе солнечного энергоснабжения целесообразно производить с перспективой создания общей локальной энергосети. Основной целью создания таких сетей является перераспределение тепловых и электрических нагрузок между потребителями.

В качестве примера подобных систем рассмотрим работу системы солнечного теплоснабжения (ССТ). Система в режиме реального времени, отслеживая состояние параметров, стремится к достижению теплового баланса согласно уравнению (1):

$$Q_{с.к.} = Q_{номр} + Q_{ном.мп} + Q_{ном.б} + Q_{ном.кол} \quad (1)$$

где $Q_{с.к.}$ – количество солнечной радиации, преобразованной коллектором в тепло, Дж; $Q_{номр}$ – количество теплоты, поступающей к потребителю, Дж; $Q_{ном.мп}$ – тепловые потери че-

рез тепловую изоляцию трубопроводов, Дж; $Q_{пот.б}$ – тепловые потери через тепловую изоляцию бака-аккумулятора, Дж; $Q_{пот.кол}$ – тепловые потери солнечного коллектора, Дж.

Полученные актуальные данные метеостанций об изменении погодных условий в течение каждого часа интерполируются на временные интервалы, равные 5 минутам [3]. Полученные значения являются основой для решения системы нелинейных уравнений (2), описывающей процесс теплообмена в баке-аккумуляторе ССТ.

$$\begin{cases} Q = KF \Delta t_{in} \tau \\ Q_{cp} = c_{cp} \frac{G_{cp}}{3600} (t_{cp1} - t_{cp2}) \tau \\ Q_{нагр} = c_{нагр} \rho_{нагр} V_{нагр} (t_{нагр2} - t_{нагр1}) \tau \end{cases} \quad (2)$$

где Q – количество теплоты передаваемое от теплоносителя воде в баке-аккумуляторе с помощью теплообменника, Дж; Q_{cp} – количество теплоты, отданное теплоносителем в рассматриваемый интервал времени, Дж; $Q_{нагр}$ – количество теплоты, воспринятое водой в баке в рассматриваемый интервал времени, Дж; c_{cp} – теплоемкость теплоносителя в теплообменнике, Дж/кг $^{\circ}$ С; $c_{нагр}$ – теплоемкость воды в баке, Дж/кг $^{\circ}$ С; $\rho_{нагр}$ – плотность воды в баке, кг/м 3 ; G_{cp} – массовый расход теплоносителя в системе, кг/ч; τ – временной интервал, с; t_{cp1} – температура теплоносителя в подающем трубопроводе, $^{\circ}$ С; t_{cp2} – температура теплоносителя на выходе из теплообменника – температура теплоносителя на внутреннем участке обратного трубопровода, $^{\circ}$ С; $t_{нагр1}$ – начальная температура воды в баке-аккумуляторе, $^{\circ}$ С; $t_{нагр2}$ – конечная температура воды в баке-аккумуляторе, $^{\circ}$ С; $V_{нагр}$ – объем бака-аккумулятора, м 3 .

Результаты многократных решений системы уравнений (2) описывают перспективу поведения системы и служат основанием для принятия мер по повышению устойчивости и эффективности ее работы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Применение киберфизических систем при постоянном мониторинге показателей системы энергоснабжения здания и управлении процессами в ней позволят обеспечивать потребителя необходимой энергией бесперебойно и автономно от централизованных сетей. Однако, на практике при применении данного подхода можно столкнуться с рядом трудностей, предложения по разрешению которых описаны ниже.

Следует определить ограничения по хранению данных об измерениях показателей работы системы, таких как температура воды в баке в нижнем $t_{нагр1}$ и верхнем $t_{нагр2}$ слоях, температуру теплоносителя на входе t_{cp1} и выходе t_{cp2} из теплообменника, температуру теплоносителя на выходе из солнечного коллектора $t_{кол}$, а также показания счетчика, фиксирующего расход теплоносителя G_{cp} . Так как показатели системы измеряются в постоянном режиме (чем чаще, тем точнее будет прогноз работы системы; достаточным временным интервалом принимается 5 минут [3, 8]), накапливаются большие объемы подробных данных, длительное хранение которых нецелесообразно в связи с необходимостью использовать только актуальное сведение о работе системы (не старше одного месяца).

Помимо измеряемых параметров системы, есть и другие существенные характеристики работы системы, являющиеся промежуточными вычислениями при решении системы уравнений (2), хранение которых в виде чисел требует больших ресурсов памяти. К таким характеристикам относятся скорость движения теплоносителя в трубопроводах и теплообменнике, критерии подобия, характеризующие среды, физические свойства сред, коэффициенты теплоотдачи и тепловосприятости, необходимые для вычисления коэффициента теплопередачи теплообменника. Хранить такие сведения целесообразно в виде функциональных зависимостей и вычислять их значения при необходимости.

В основе работы киберфизической системы для управления энергоснабжением здания лежат многофакторные математические модели, учитывающие наиболее значимые параметры [8]. При длительной эксплуатации системы энергоснабжения, характеристики, заданные

на этапе ее создания подвергаются изменению (зарастание труб и теплообменника, изменение количества потребителей, замена и ремонт оборудования и т.д.), в связи с чем исходные математические модели требуют корректировки путем введения поправочных коэффициентов, учитывающих текущие изменения в состоянии систем.

Наиболее очевидным вопросом проектирования и строительства зданий является финансирование, и случай с данными системами не исключение. Так как одним из описанных подходов к эффективному энергоснабжению является перераспределение энергии между потребителями (зданиями) в пределах локальной энергосети, а гелиоустановки в каждом из этих зданий обладают разными мощностями, то возникает вопрос кто берет на себя капитальные затраты на оборудование каждой гелиоустановки.

Частный потребитель в такой ситуации не готов вкладывать собственные средства в систему, которая, возможно, будет обеспечивать энергией другого потребителя. По этой причине каждый будет стремиться удешевить свою систему в ущерб мощности оборудования и как следствие это приведет к снижению мощности всей сети. В связи с этим финансирование проектирования и строительства гелиоустановок целесообразно осуществлять централизованно. Поддержка возобновляемой энергетики в России делает только первые шаги [9, 10], поэтому вопрос о муниципальной государственной поддержке финансирования подобных проектов на данный момент является открытым.

ВЫВОДЫ

Внедрение концепции киберфизических систем одновременно с энергоснабжением зданий на основе возобновляемых источников энергии должно проходить централизованно и может достичь наибольшего эффекта в формате энергетических сетей, объединяющих разных потребителей.

Постоянный контроль показателей работы системы вместе с актуализацией прогноза ее дальнейшей работы позволяют своевременно перераспределять энергию внутри сети между потребителями. Кроме того, данный подход позволяет уточнять математические модели, описывающие работу гелиоустановок и применять данный опыт на стадии проектирования будущих объектов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8

ЛИТЕРАТУРА

1. *Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Синягов С.А.* Кибер-физические системы как основа цифровой экономики // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2016. – Vol. 4, no. 2. – с. 18-25.
2. ВСН 52-86 Установки солнечного горячего водоснабжения; введ. 1987-01.07. – М: Госгражданстрой Стройиздат.
3. *Kitaytseva, E. Kh.* Solar heating and hot water supply of high-rise buildings / E.Kh. Kitaytseva, D.A. Konstantinova. // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2018. – vol. 365. – 7 p. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/2/022040>.
4. Gismeteo: точность прогнозов [Электронный ресурс] / Gismeteo. – Электрон. текстовые дан. – 2015. – Режим доступа: <https://www.gismeteo.com/faq2.html>.
5. Оценка точности прогнозов погоды [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан. – 2016. – Режим доступа: <https://mrtland7.wixsite.com/weather-forecast/prognoz-na-mesyac>.
6. Солнечная электростанция на западе России [Электронный ресурс] / Сергей Рыжиков. – Электрон. текстовые дан. – 2015. – Режим доступа: https://www.bitrix24.ru/blogs/community_blog/solnechnaya-elektrostantsiya-na-zapade-rossii.php.
7. Поддержка сети солнечными батареями [Электронный ресурс] / «Ваш солнечный дом». – Электрон. текстовые дан. – 2015. – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/rezerve/solargrid.htm>.
8. *Константинова Д.А.* Оценка значимости влияния параметров на точность математического моделирования работы систем солнечного теплоснабжения // *Вестник Иркутского государственного*

технического университета. – 2018. – №6. – с. 75-84. – DOI: <http://dx.doi.org/10.21285/1814-3520-2018-6-75-84>.

9. Постановление Правительства РФ от 23.01.2015 N 47 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии».
10. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
11. *А.А. Волков, Д.Е. Намиот, М.А. Шнепс-Шнеппе* О задачах создания эффективной инфраструктуры среды обитания //International Journal of Open Information Technologies. 2013. – Т.1. № 7. – с. 1-10.

ИНТЕГРАЦИЯ BIM МОДЕЛИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЛУЖБ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА

Н.В. Князева¹, Г.Т. Томаев²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (nknyazeva@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (tomaeff.geor@gmail.com)

Аннотация

На сегодняшний день интеграция BIM-моделей в деятельность служб производственно-технического отдела (ПТО) - это возможность объективно и достоверно проконтролировать сроки, бюджет проекта, а также качество выполнения строительно-монтажных работ, что позволит повысить эффективность работы специалистов и снизить трудозатраты на подготовку отчетных документов. При работе служб ПТО используется большое количество не систематизированных данных и предъявляются требования к автоматизации решения различных задач, но отсутствует понимание грамотной взаимосвязки информации. Предложенные в статье шаги призваны упростить поиск необходимых элементов, параметров и работу специалиста ПТО в целом, а также решить проблему интеграции данных из информационных моделей зданий и сооружений с существующими информационными системами предприятий.

ВВЕДЕНИЕ

Среди проблем внедрения BIM технологий в деятельность служб ПТО можно выделить основные:

- 1) отсутствие единого программного комплекса, отвечающего всем задачам ПТО;
- 2) отсутствие квалифицированных кадров в области BIM;
- 3) недостаточная проработка методов интеграции существующих информационных систем служб ПТО с BIM моделями строительного объекта.

Поэтому актуальной задачей на сегодняшний день является поиск и проработка методов интеграции, и создание алгоритма внедрения BIM модели в работу служб ПТО.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Чтобы определиться с объемом информации, необходимым для работы соответствующего специалиста, необходимо проанализировать перечень стоящих перед ним задач. В профессиональном стандарте для специалиста в области производственно-технического и технологического обеспечения строительного производства выделены основные трудовые функции и трудовые действия. Декомпозицией технологии работы на отдельные процессы в соответствии с профстандартом можно выделить несколько BIM-сценариев. Таким образом, можно говорить об использовании в рамках данного исследования метода анализа задач, декомпозиции, а также сценарного подхода.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании анализа задач специалиста и декомпозиции его работы на процессы, осуществляется подбор набора входной документации, необходимой для реализации каждой трудовой функции и документации формирующейся по результатам ее выполнения. Детализация входной и выходной информации для каждого BIM-сценария позволит добиться более высокой степени интеграции BIM модели с информационным обеспечением систем автоматизации работы служб ПТО.

Затем проанализировав рынок программного обеспечения, были выделены программные продукты обладающие инструментами, использование которых существенно ускоряет и

оптимизирует выполнение трудовых действий. В процессе анализа рынка также рассматривались форматы импорта и экспорта в различных программах.

Табл. 1. Обзор возможного комплекта программного обеспечения для автоматизации реализации трудовых функций специалиста ПТО

№	Трудовые Функции	Программное обеспечение	Формат сохранения	Формат экспорта/импорта
1	Вспомогательная деятельность по организации производственно-технического и технологического обеспечения строительного производства	msProject	MPP	XLS, XML, TXT
		Nanocad:Стройплощадка	DWF	IFC
		Турбосметчик	ESW	АПРС
2	Подготовка исходных данных для разработки проекта производства работ, линейных и сетевых графиков производства работ	msProject	MPP	XLS, XML, TXT
		1С:Управление строительной организацией	XML	TXT, MXL, HTML
		SpiderProject	XLSM	XLSM
3	Прием и хранение технической документации на объекты капитального строительства	Nanocad:Стройплощадка	DWG	IFC
4	Организационно-техническая и технологическая подготовка строительного производства	Autodesk Navisworks	NWD, NWF, NWC	DWG, DXF, SAT, 3DS
		Solibri Model Checker	IFC, CIS/2, DXF, DWG	IFC, CIS/2, DXF, DWG
		Tekla BIMsight	IFC, CIS/2, DXF, DWG	IFC, CIS/2, DXF, DWG
5	Разработка документации по подготовке строительной площадки к началу производства работ	Nanocad:Стройплощадка	DWG	IFC
		1С:Смета	MXL	TXT ,MXL ,HTML
6	Разработка проекта производства работ	Nanocad:Стройплощадка	DWG	IFC
		1С:Смета	MXL	АПРС,ESTML
		eTakeoff	PDF, DWG, DXF	PDF, DWG, DXF
7	Руководство разработкой и контроль выполнения организационно-технических и технологических мероприятий по повышению эффективности строительного производства	msProject	MPP	XLS, XML, TXT
		Nanocad:Стройплощадка	DWG	IFC
		Строй контроль	plotpad	DGN, DWF™, DWG™, DXF™, IFC, SAT, SKP, BMP, JPG, PNG, AVI, PAN, IVR, TGA и TIF
8	Организационно-техническое и технологическое сопровождение строительного производства	Bentley AssetWise ALIM	IFC, CIS/2, DXF, DWG; SHP, ESRI, CSV, FDO 3.8, 3DM, 3DS, CGR, DAE, , DWF	IFC, CIS/2, DXF, DWG; SHP, ESRI, ini, CSV, FDO 3.8, 3DM, 3DS, CGR, DAE, DLV3, DWF, DWFX, DWG
		1С:Подрядчик строительства. Управление строительным производством	XML,APPC	XML.APPC

В ходе анализа родных форматов и форматов импорта экспорта программного обеспечения, необходимого для служб ПТО, было установлено что принцип интеграции на основе

открытого формата IFC и любого другого открытого формата невозможен, так как значительная часть продуктов его не поддерживает.

Вся информация и входная, и выходная представляет собой набор разрозненных данных. Целью интеграции данных является формирование единой базы управления информацией, включающей данные разных типов из различных источников.

При построении такой основы взаимодействия данных зачастую применяется схема с посредником, который содержит в своем функционале задачи поддержки пользовательского интерфейса и организации представления информации из внешних источников.

Рассматривается несколько баз данных (локальных), относящихся к одной или разным предметным областям. Выстраивается механизм взаимодействия этих баз данных через интегрирующую базу данных - посредника.

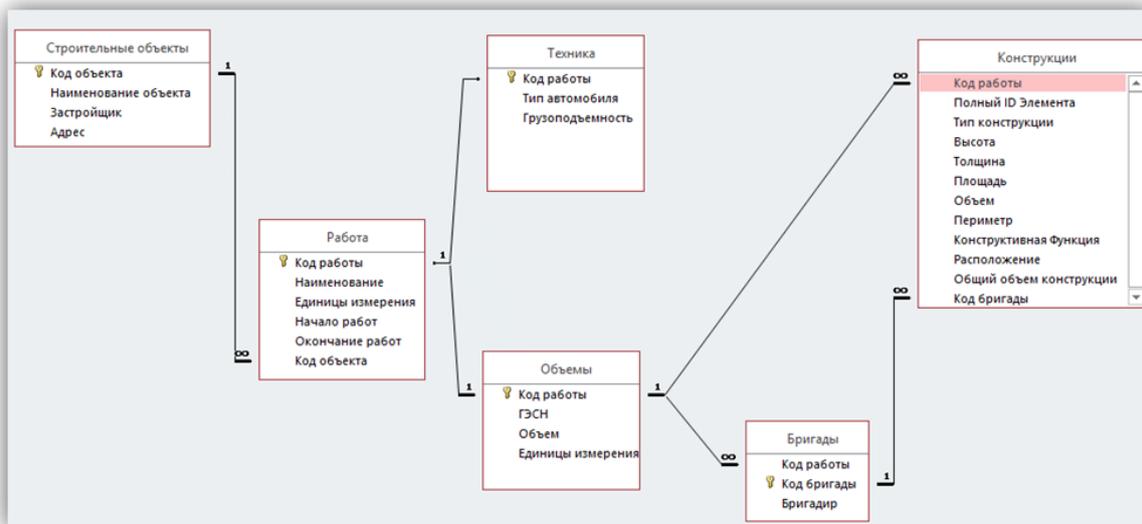


Рис. 1. Схема интегрирующей базы данных «Строительный объект»

Структура посредника в нашем случае представлена на Схеме интегрирующей базы данных «Строительный объект». Она включает в себя ряд таблиц, отвечающих за данные, необходимые для решения задач отдельных ВМ-сценариев. Содержание посредника может дорабатываться в соответствии с функционалом конкретной службы ПТО, но должно быть построено на принципах достаточности и отсутствия дублирования.

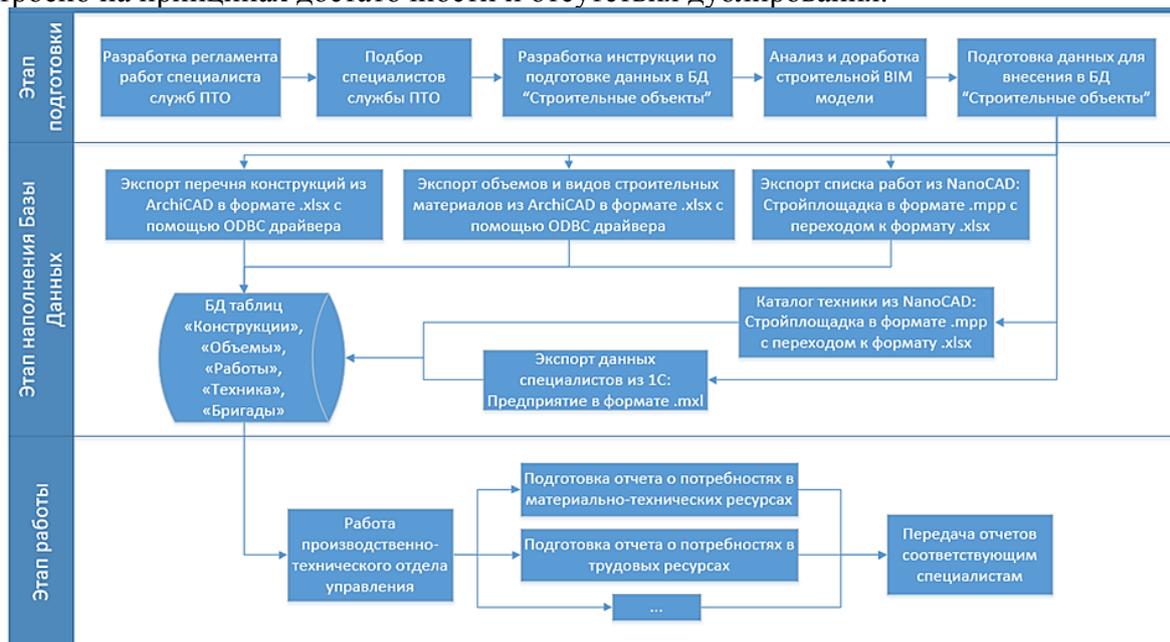


Рис. 2. Наполнение интегрирующей базы данных

ВЫВОДЫ

Разработанная БД вкуче с примененными программными комплексами существенно увеличит скорость обработки специалистом необходимых данных по строительному объекту. Помимо этого, БД содержит проработанный справочный материал, который позволяет получить полезную информацию для дальнейшей работы с практической точки зрения.

Применение BIM - технологий для автоматизации работы специалиста открывает новые возможности в сфере строительства, позволяет опередить конкурентов как в подготовке данных, так и в экономической сфере. В свою очередь, повышается профессионализм персонала благодаря использованию современных информационных технологий. Рассмотренный в данной работе алгоритм может помочь компаниям повысить эффективность работы и производительность.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами.
2. СП 331.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах.
3. Проектирование информационных систем в строительстве [Text] : информационное обеспечение: Учеб. пособие для вузов по спец. "Стр-во" / В.М. Гинзбург. - М. : АСВ, 2002. - 319 с.
4. *Князева Н.В.* Управление информационными потоками при организации строительного производства [текст] // Наука в современном мире: теория и практика: материалы V Международной научно-практической конференции (Уфа, 29-30 сентября 2017 г.) / отв. ред. О.Б. Нигматуллин. – Уфа: РИО ИЦИПТ, 2017. – 156 с. ISBN 978-5-906735-89-8.
5. Уровни зрелости разработчиков интеграционных решений | Архитектура информационных систем [Электронный ресурс]. URL: <https://mxsmirnov.com/2016/03/31/esb-capability-maturity/> (дата обращения: 26.10.2017).
6. *Гинзбург А.В., Шилова Л.А., Шилов Л.А.* Современные стандарты информационного моделирования в строительстве / Научное обозрение, 2017. №9 –с.16-20.

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

М.М. Кожевников¹, А.В. Гинзбург²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (e-mail: m.m.kozhevnikov@mail.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (e-mail: ginav@mgsu.ru)

Аннотация

В статье проведен анализ проблем в отношении ведения и формирования исполнительной документации при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте. Целью исследования является разработка подхода к организации строительства в части подготовки исполнительной документации, основанного на применении киберфизических систем. Статья описывает процесс интенсификации киберфизических систем в строительную область, позволяющий достичь управления производственными процессами в части отражения фактических данных об объекте строительства путем объединения отдельных компонентов в большие системы. Рассматривается вопрос повышения эффективности организации строительного производства в целях снижения трудовых и временных затрат на подготовку и обработку исполнительной документации, а также минимизации в ней количества ошибок. В рамках исследования рассмотрена первичная исполнительная документация, определены преимущества от внедрения в практику предложенного подхода и установлены отличительные особенности от действующей системы документооборота. Загрузка в информационную модель объекта строительства, помимо основных данных, документов, подтверждающих качественные характеристики применяемых строительных материалов и изделий для формирования приложений к актам освидетельствования работ и приемки конструкций, позволит исключить дублирование объемов материалов, уменьшить время на проверку документации и повысить ее качественный уровень, а также даст возможность для детальной проработки технологической документации.

ВВЕДЕНИЕ

На данный момент одной из актуальных проблем в науке является проблема перевода эмпирических данных в информацию, предназначенную для дальнейшего использования. Как известно, основным источником информации об объекте строительства на этапе эксплуатации служит исполнительная документация, которая составляется в процессе его устройства по завершению каждого этапа строительного-монтажных работ [1]. Исполнительная документация содержит текстовые и графические данные, которые в полной мере отображают выполнение требований проекта и фактическое положение конструктивных элементов объекта в процессе его возведения [2].

Формирование исполнительной документации на практике происходит традиционным способом, который требует больших трудовых и временных затрат и не гарантирует качественный уровень документации [3]. Главными причинами низкого качества являются необходимость анализа и обработки большого количества данных и разнотипных документов, а также отсутствие единых нормативных требований к информации в отношении документов, подтверждающих качество применяемых при строительстве материалов и изделий. На данный момент комплектность и порядок ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, приемке ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения определяются приказом Ростехнадзора (Руководящими документами), которые не в полной мере описывают порядок выполнения работ и не учитывают возможность масштабного внедрения автоматизации [4, 5].

Существующие факторы оказывают отрицательное влияние на качество исполнительной документации и приводят к возникновению ряда несоответствий при ее формировании в виде некорректно оформленных документов, ошибок, отсутствии необходимого для последующего анализа комплекта документации. Вышеописанное в свою очередь вызывает значительные трудности в обнаружении отклонений от проекта и нарушений требований нормативной документации со стороны производителя работ, сложности при эксплуатации, а также исключает возможность достоверной оценки остаточных свойств материалов в постгарантийный период. Важность своевременного ведения и обнаружения несоответствий в исполнительной документации вызвана также невозможностью ее создания апостериори для уже возведенного объекта в связи с колоссальными объемами работ.

Вопросам организации строительного производства по сегодняшний день уделяется много внимания, однако вопрос комплексного интеллектуального моделирования в аспекте формирования исполнительной документации ранее не рассматривался. Решение существующих проблем на основе методов киберфизического управления имеет большое значение для крупномасштабных распределительных систем автоматизации и строительной области в целом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авторами статьи использовался системный анализ строительного производства как основной подход исследования. Проведена работа по формированию реализуемого на практике подхода к организации строительства с использованием современных информационных технологий.

В качестве основного направления решения поставленных задач предлагается использование информационных систем в совокупности с технологией BIM (Building Information Modeling) в качестве их логического развития в области строительства. Предпосылкой к проведению исследований является также разработка нормативной документации на использование информационных технологий в строительстве и различных технологических регламентов на их внедрение при организации строительного производства на всех стадиях жизненного цикла объектов [6, 7].

Для повышения качества продуктов строительного комплекса необходимо решение проблем, сдерживающих увеличение показателей эффективности организации строительного производства, путем применения киберфизических систем (Cyber-Physical System - CPS) [8, 9]. Особенность CPS заключается в структуре, состоящей из различных объектов, искусственных подсистем и контроллеров, что позволяет рассматривать их как целое.

Область применения CPS распространяется практически на все виды деятельности, включая все многообразие систем различного назначения. CPS могут улучшить аналитические возможности человека, поэтому существует потребность в создании интерактивных систем нового уровня [10].

Установлено, что исполнительная документация формируется с целью облегчить процесс эксплуатации построенного здания или сооружения, так как отражает техническое состояние и дает четкое представление о производителях по каждому виду выполненных работ.

В общем понимании, исполнительная документация разделяется на исполнительную производственную и исполнительную документацию (рис. 1). Под исполнительной производственной документацией (первичные документы) понимается комплект документов, собираемый в процессе строительства, в котором производится фиксация процесса производства строительно-монтажных работ, а также отображение технического состояния объекта. Состав первичных документов определяется строительными нормами и проектом (непосредственно акты приемки ответственных конструкций, освидетельствования скрытых работ и исполнительные геодезические съемки, протоколы, содержащие результаты проведения лабораторного контроля, а также документы, подтверждающие качество используемой строительной продукции и сырьевых материалах) [11].



Рис. 1. Состав приемо-сдаточной документации

Под исполнительной документацией (исполнительные схемы) понимается комплект рабочих чертежей с информацией о соответствии фактически выполненных работ проекту или о внесенных в них по согласованию с проектным институтом изменениях, сделанных лицами ответственными за производство [12].

Первоочередным этапом интенсификации CPS должно быть внедрение систем в процедуру разработки первичной исполнительной документации, которую следует начинать с формирования информационной базы документов о качестве поставляемых на строительный объект материалов, изделий и конструкций. Для формализации и упрощения поиска документов, используемых в качестве приложений к актам освидетельствования скрытых работ и приемки ответственных конструкций, предлагается использовать утвержденный классификатор ОКПД2 с расшифровкой.

Для корректного оформления исполнительной документации и исключения коллизий сведения о документах, подтверждающих качество материалов, изделий, конструкций, характеристики, заявленные заводами-изготовителями, должны быть внесены полностью, включая наименование предприятия-поставщика, количество, объем каждой партии и даты поставок, адрес отправки. В зависимости от типов применяемых конструкций на объектах строительства и реконструкции, количество и типы показателей могут варьироваться.

Определение качества данных формулируется как обобщенное понятие их полезности, формализуемое в определенном наборе критериев. Для корпоративных данных информационных систем управления принято выделять следующие шесть критериев: востребованность, точность, согласованность, своевременность, доступность и интерпретируемость [13]. Для каждого критерия определяется набор ключевых показателей эффективности и прорабатываются практики, улучшающие их.

Информационные системы соединены на протяжении всей цепочки создания объекта и должны основываться на принципе взаимного проникновения информационных технологий и производства [14]. Сложность такого рода задач приводит к необходимости передачи отдельных секторов задач и действий в CPS, выведя человека из контура управления. В CPS обеспечивается тесная связь и координация между вычислительными и физическими ресурсами [15]. Компьютеры осуществляют мониторинг и управление физическими процессами с использованием такой петли обратной связи, где происходящее в физических системах оказывает влияние на вычисления и наоборот [16].

Вышеописанная интеграция, позволяет достигнуть наибольшей эффективности в управлении производственными процессами в части отражения фактических данных об элементах проекта путем объединения отдельных компонентов в большие системы. Создание полноценных систем CPS в перспективе приведет к кардинальным изменениям во взаимодействии с физическим составляющим.

Разработка и проверка первичной исполнительной документации на основе информационной системы повышают эффективность обработки и трансформации сведений, полученных со строительной площадки.

Информационная модель сооружения может быть передана в эксплуатирующую организацию вместе с документацией, утвержденной нормативными документами. В этой связи все полученные при строительстве данные могут храниться до конечного этапа жизненного цикла строительного объекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам применения предложенного подхода по оценке эффективности автоматизации формирования первичной исполнительной документации (информационная модель объекта строительства с наличием документов о качестве/паспортов/сертификатов соответствия/протоколов испытаний на применяемые материалы и изделия для последующего формирования приложений к актам приемки конструкций) и на основании вышеизложенного можно утверждать, что наличие в информационной базе помимо основных данных сведений о паспортах и сертификатах на материалы, изделий и конструкции несут за собой следующие неоспоримые преимущества:

- сокращение несоответствий прилагаемой документации фактически используемой продукции;
- исключение возможности дублирования объемов материалов или их нехватки за счет минимизации влияния человеческого фактора;
- повышение общего качественного уровня исполнительной документации и ее полноты;
- уменьшение времени на проверку исполнительной документации и оценку соответствия объемов работ сметной документации;
- отсутствие необходимости расширения архивного места;
- возможность более детальной проработки технологических карт, регламентов и проектов производства работ.

ВЫВОДЫ

Отличительными особенностями предложенного подхода к организации производственными процессами является возможность параллелизма информационных потоков в киберфизических системах, асинхронность принятия решений об изменениях и включение в сеть интеллектуальных узлов обработки большого объема информации.

Предложенный подход, как показывает его практическая апробация, позволяет не только своевременно получать полные сведения о производстве работ для идентификации, но и повышает их эффективность, так как камеральная обработка и систематизация данных о физически выполняемых работах является основой планирования и единственным источником информации об объекте строительства на протяжении всего его жизненного цикла.

Сбор и всесторонняя оценка данных из разных источников станет стандартом для принятия решений в режиме реального времени. Интеграция, позволит достигнуть наибольшего эффекта путем объединения отдельных компонентов в большие системы, соединенные на протяжении всей цепочки производственного процесса.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Летчфорд А.Н., Шинкевич В.А.* Исполнительная документация в строительстве. СПб: ЦКС, 2008. 310 с.
2. *Мамхегов М.Д., Синенко С.А.* Рационализация разработки и ведения технической исполнительной документации // *Успехи современной науки и образования.* 2017. № 3. С. 85–89.
3. *Гарев В.М., Шинкевич В.А.* Исполнительная техническая документация при строительстве зданий и сооружений. СПб: ЦКС, 2005. 123 с.
4. РД-11-02-2006 «Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
5. Приказ Ростехнадзора от 26.12.2006 N 1128 (ред. от 09.11.2017) "Об утверждении и введении в действие Требований к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требований, предъявляемых к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
6. *Man M.* BIM, Building Information Modeling and estimation // Stockholm: Byggteknikoch design, Kungliga tekniska högskolan, 2007. 490 p.
7. *Кожевников М.М.* Оценка применения технологий информационного моделирования при организации строительства мостовых сооружений // *Экономика и предпринимательство.* 2017. № 5 (ч.1). С. 640–643.
8. *Гинзбург А.В., Баранова О.М., Блохина Н.С.* Системы автоматизации проектирования в строительстве. М.: АСВ, 2014. 664 с.
9. *Черняк Л.* Петля Бойда и кибернетика второго порядка // *Открытые системы.* СУБД. 2013. № 7. С. 54–56.
10. *Цветков В.Я.* Сложные технические системы // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2016. № 10–4. С. 670.
11. *Бадагуев Б.Т.* Организация строительного производства. Производственная и техническая документация. М.: Альфа-Пресс, 2013. 455 с.
12. СП 68.13330.2017 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 3.01.04-87 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
13. *Волков А.А., Набатов Р.А., Щекочихин О.В.* Адаптивная автоматизированная система сбора и обработки информации для управления предприятием // *Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО.* 2008. № 46. С. 3–6.
14. *Гинзбург В.М.* Проектирование информационных систем в строительстве. Информационное обеспечение. М.: АСВ, 2008. 368 с.
15. *Wolf W.* Cyber-physical systems // *Computer.* 2009. № 3. С. 88–89.
16. *Городнюк Г.С., Мамаев А.Е., Свинцицкий В.А.* Важная роль интегрированных программ для ведения исполнительной документации на строительном рынке // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук.* 2016. № 2-3. С. 28–32.
17. *Ginzburg A.* Sustainable Building Life Cycle Design / 15th International Conference on Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology, TPACEE-2016; Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering: MATEC Web of Conferences, Volume 73, 02018 (2016).

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

С.Т. Кожевникова¹, А.В. Гинзбург²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (st.vasadze@mail.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

Аннотация

Статья посвящена исследованию этапа обеспечения строительной организации необходимыми для возведения зданий и сооружений материалами и изделиями. Определено, что на настоящий момент отсутствуют единые указания по оценке и выбору поставщиков в части различных строительных материалов и изделий, а также не сформирована комплексная система обеспечения объекта строительства на основе потребности в материалах с привязкой к технологии строительства, времени и стоимости. В статье предложен подход, основанный на внедрении в процесс организации строительства информационной системы в части организации процесса закупок. Авторами анализируется текущее состояние практической ситуации, предложен набор элементов информационной системы и описана последовательность и возможности взаимодействия с ней. Представлен подход к закупкам с процессно-операционных позиций, в котором закупки рассматриваются как процесс системы строительного производства, находящийся в тесном взаимодействии со всеми строительными этапами. Рассмотрена практическая ценность предложенных положений при организации процесса снабжения.

ВВЕДЕНИЕ

Современная ситуация показывает, что производственная деятельность организации тесно взаимодействует с областью закупок, так как эффективность системы материально-технического снабжения оказывает прямое влияние на работу отдельных подразделений и организации в целом [1]. Строительный комплекс наиболее заинтересован в оптимизации системы обеспечения производства в связи с особенностями закупаемой продукции, количеством участников цепочки поставок, сложностью выбора поставщика и установления взаимовыгодных отношений, ограниченностью бюджетных средств и сроками строительства [2].

Основная цель данного исследования заключается в консолидации данных в единый потоковый процесс выбора и оценки поставщика, приобретения продукции, ее перемещения и складирования, и информации между взаимодействующими участниками с привязкой к технологии строительства конкретного объекта, времени и затратам.

Несмотря на активное развитие информационных технологий в различных отраслях, на данный момент в недостаточной степени изучены возможности практического применения информационных моделей и систем для оптимизации поставок материалов и изделий в соответствии с технологическим процессом устройства строительных объектов.

Актуальность темы подчеркивает тот факт, что для строительной организации порядка 70 % затрат приходится на закупку материалов и услуг, в связи с чем рассматриваемый процесс нуждается в улучшении, основанном на сокращении расходов, минимизации риска поставки материалов с опозданием или поставки продукции с неудовлетворительным качеством [3, 4]. В связи с особенностями организации строительства игнорирование рассматриваемого процесса напрямую оказывает влияние на качественный уровень готового объекта строительства, на сроки его возведения и стоимость [5]. Решение поставленной проблемы актуально для практического применения и вносит вклад в развитие автоматизированных систем управления строительным производством посредством регулирования системы поставок материалов и изделий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Авторами статьи в процессе исследования использовался системный анализ организации строительства в разрезе обеспечения строительного объекта необходимыми строительными материалами, изделиями и конструкциями. Процесс закупок рассматривается как элемент системы строительного производства, находящийся в тесном взаимодействии со всеми строительными этапами.

В соответствии с требованиями нормативной и правовой документации заказчика и подрядные организации, производящие строительные монтажные работы, обязаны обеспечивать строительные объекты всеми необходимыми материально-техническими ресурсами согласно технологической последовательности производства работ в сроки, определённые календарным планом [6].

Важность этапа планирования закупок связана с тем, что большая часть издержек строительной организации вызвана неритмичностью поставок материалов и изделий, которая влечет за собой снижение эффективности организации строительного производства, переизбыток или недостаток материалов на объекте, образование сложностей с их учетом [7].

Авторами предлагается исследовать закупки с точки зрения процессного подхода не с объектно-функциональных позиций, а с процессно-операционных. Согласно положениям ГОСТ Р ИСО 9001-2011 предприятие должно обеспечить и подтвердить соответствие приобретаемых материалов установленным требованиям [8]. Участники строительства должны производить анализ и выбор поставщиков на основе их производственных возможностей и способности выпускать и поставлять материалы в соответствии с проектом и технологической документацией. В обязательном порядке для функционирования данного процесса в организации должны быть разработаны критерии оценки поставщиков и мероприятия, направленные на анализ взаимодействия с поставщиками материалов на этапе выполнения договорных обязательств [9, 10].

Под информационной системой обеспечения объекта строительства следует понимать систему взаимосвязанных элементов, анализирующую и сопоставляющую поступающую информацию с целью преобразования в готовое решение (рис. 1).



Рис. 1. Информационная система материального обеспечения объекта строительства

Планирование строительного производства осуществляется при помощи календарного плана-графика, который содержит данные о работах, сроках их выполнения, объемах, а также перечень необходимых для строительства ресурсов [11]. На основе календарного плана-графика работ формируется план потребностей в материалах, изделиях и конструкциях [12]. Данный план должен включать ведомость по номенклатуре материалов и их качественных

характеристиках, ведомость материалов с привязкой к срокам выполнения строительно-монтажных работ и график с интервалами по датам поставок материалов на объект строительства. В систему также следует вводить спецификацию по договору с заказчиком, включающую перечень работ, сроки выполнения работ и их стоимость. В результате обработки информационной системой входящей информации появляется возможность идентификации необходимых финансовых ресурсов на закупки для их анализа и оптимизации во времени (рис. 2).

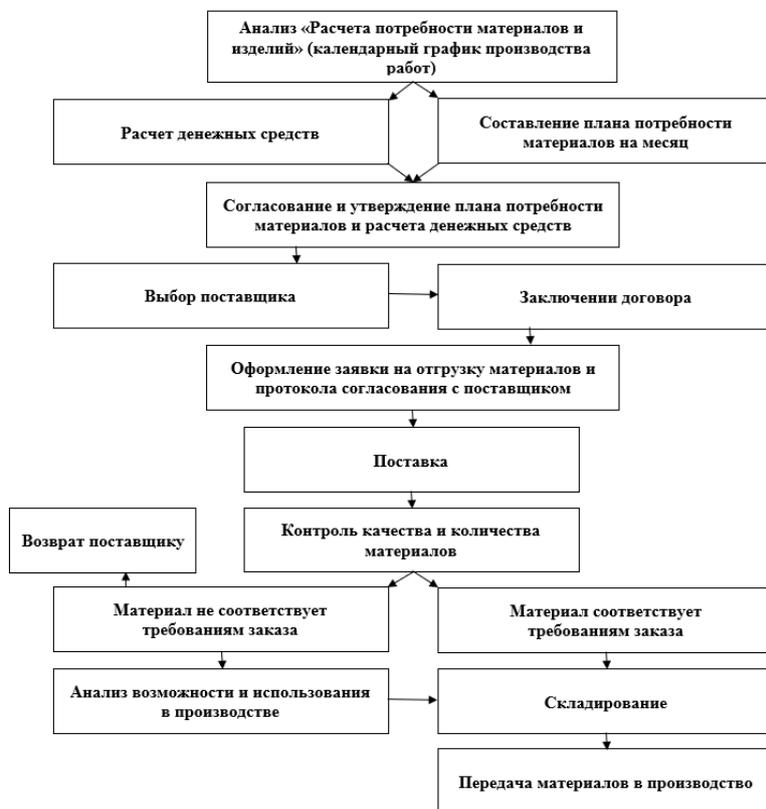


Рис. 2. Алгоритм процесса закупок строительных материалов

Одним из основных этапов процесса организации снабжения строительного объекта является определение номенклатуры и требований к качественным характеристикам материалов и изделий. Данные, вводимые в информационную систему, должны содержать информацию по наименованию продукции в соответствии с нормативной документацией и проектом, свойства материалов и изделий, количество, объем, перечень сопроводительной документации.

Основным из свойств системы является возможность автоматизированной адаптации к изменяющимся граничным условиям поставки строительной продукции в соответствии с корректировками в графике производства работ [13, 14].

В случае отклонения от установленных сроков выполнения строительно-монтажных работ график поставки материалов также должен быть скорректирован с учетом требуемой производительности заводов-поставщиков. Возможна замена основных поставщиков, при этом необходимо учитывать дальность перевозки грузов. Риски корректировки объемов должны быть заблаговременно оговорены и отражены при заключении договорных отношений.

Для первичного использования информационных систем необходимо проведение предварительной оценки состояния производства на потенциальных базах. Количество рассматриваемых в качестве основных и резервных предприятий должно быть не менее трех при соблюдении условия двукратного превышения их совместной мощности требуемых объемов по критическому пути.

Анализ должен производиться представителями отдела контроля качества с учетом запланированного графика поставок материальных ресурсов. Возможность реализации заказов должна быть заблаговременно проработана с заводами-изготовителями. При невозможности изготовления строительной продукции в соответствии техническим заданием, разработанным на основании проектных требований, все изменения следует согласовывать с генеральным проектировщиком.

При установке сроков поставки должно быть учтено время на процедуру проведения контрольных мероприятий по подтверждению соответствия получаемой продукции, в том числе проверку соответствующей документации, с запасом на возможные задержки в результате отбраковки. Непосредственно перед началом производства работ следует предусмотреть поставку пробной партии продукции за исключением материалов, сохраняемость свойств которых не превышает период изготовления или времени до начала их использования.

При соблюдении вышеперечисленных мероприятий формируется информационная система, позволяющая в автоматическом режиме производить сопоставительный анализ с указанием «узких» мест в комплексе материального обеспечения производства строительных работ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Решение задачи обеспечения строительного производства необходимыми материалами и изделиями с применением единой информационной базы, вводом новой информации в систему, постоянным обновлением данных по всем взаимосвязанным подпроцессам – одно из главных направлений в системотехнике строительства.

Информационная система, функционирующая на основе данных по результатам входного контроля материалов и изделий, дает возможность прогнозировать дальнейшие действия в отношении поставщика.

Разработанный подход позволяет увязать в едином информационном пространстве работы отдела снабжения через производственные звенья, а также планировать этап транспортирования и хранения материалов на объекте.

Для отслеживания этапа доставки материалов и изделий на объект строительства в системе предусмотрен модуль «Система поставок», который путем сравнения производит оценку запланированных и реализованных заказов, контролирует количество поступивших материалов и соответствие сопроводительной документации. Таким образом для каждого конструктивного элемента доступна информация о используемых материалах, поставщиках сырьевых материалов и их характеристиках.

ВЫВОДЫ

Предложенный подход к организации обеспечения строительного объекта материалами и изделиями основан на системных принципах, где:

- система функционирует как единое целое в направлениях плана закупок, календарного плана, технологии строительства;
- критерии оценки поставщиков структурируются посредством подкритериев, встроенных в систему, которые призваны отображать рейтинг поставщика для конкретной закупки;
- многомерность отношений внутри и вне системы объясняется различностью закупаемых материалов и изделий.

Предлагаемый подход может применяться как на малых, так и на крупных предприятиях строительного комплекса на уровне структурных подразделений и служит основой для построения эффективной системы организации строительства.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кожевникова С.Т.* Совершенствование организации строительства за счет альтернативного анализа поставщиков бетонных смесей // *Перспективы науки*. 2018. № 3 (102). С. 49–54.
2. *Ерофеева Е.В.* Методы оценки поставщиков в современных рыночных условиях // *Социальные науки*. 2017. № 4 (19). С. 90–94.
3. *Богачев С.Н., Школьников А.А., Розентул Р.А.* Строительные риски и возможности их минимизации // *Строительные науки*. 2015. № 1. С. 88–92.
4. *Агеева О.А., Кожина Е.А.* Особенности управленческого учета затрат в строительной организации // *Вестник университета*. 2016. № 7-8. С. 219–225.
5. *Асаул А.Н.* Управления затратами в строительстве. СПб: ИПЭВ, 2009. 392 с.
6. *Золотогоров В.Г.* Организация и планирование производства. М.: ФУАинформ, 2001. 530 с.
7. *Волков А.С.* Методические рекомендации по организации снабженческо-сбытовой деятельности предприятия на основе маркетинга. М.: Институт Микроэкономики, 2003. 88 с.
8. ГОСТ ISO 9001-2011 «Системы менеджмента качества. Требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
9. *Климова Г.В.* Общие принципы построения модели оценки поставщика // *Вестник Удмуртского университета*. 2013. № 3. С. 45–50.
10. *Лайсонс К., Джиллингем М.* Управление закупочной деятельностью и цепью поставок. М.: ИНФРФ-М, 2005. С. 27–29.
11. Organization of Concrete Works on the Bases of the Information System of Tracking / A. Ginzburg, S. Kozhevnikova, A. Afanas'ev, V. Stepanov // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. № 692. P. 1177–1185.
12. *Parveen S., Saha S.K.* Based Multi-Objective Time-Cost Optimization in a Project with Resources Consideration // *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*. 2012. № 6. P. 4352–4359.
13. *Волков А.А., Петрова С.Н.* Информационные системы и технологии в строительстве. М.: МГСУ, 2015. 424 с.
14. *Волков А.А.* Современные и перспективные информационные технологии в строительстве // *Промышленное и гражданское строительство*. 2012. № 9. С. 5–6.
15. Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А. Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / *Научное обозрение*, 2015, №16, - с.461-464.
16. Каган П.Б. Поляков Р.Г. Применение генетических алгоритмов для решения задач технологической комплектации в строительстве / *Научное обозрение*, 2017, №10, с. 15-19.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЯДА МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А.В. Гинзбург¹, А.И. Коников²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (konikovAI@mgsu.ru)

Аннотация

В строительной отрасли достаточно успешно применяются различные средства автоматизации, системы автоматизированного проектирования, разнообразные виды компьютерного моделирования и т.п. Однако, есть информационные технологии которым уделяется недостаточно внимания - как в учебном процессе строительных университетов, так и в практике работы в строительных организациях. Между тем, эти методы позволяют существенно повысить эффективность работы организации при небольших финансовых вложениях. Часть из них обладают уникальными свойствами – например, мгновенно осуществлять связь с мобильным сотрудником (гораздо быстрее, чем обычная мобильная связь), организовать связь с удаленным объектом строительства в условиях, когда все другие виды связи недоступны, наладить экологически безопасную мобильную телефонию на всей территории объекта строительства. В данной работе проводится краткое рассмотрение данных информационных технологий, даются рекомендации по их применению на практике.

ВВЕДЕНИЕ

Тема автоматизации в строительной отрасли не новая, имеются и динамично развиваются разнообразные системы автоматизированного управления, системы автоматизированного проектирования, системы интеллектуальной обработки данных и т.д. Однако есть информационные технологии, которым, на наш взгляд, уделяется недостаточно внимания. Данные технологии позволяют заметно повысить эффективность работ строительной организации, при этом большинство из них не требует больших затрат средств. Ряд из этих технологий обладает возможностями, которые недоступны другим видам средств информатизации: мгновенно (гораздо быстрее сотовой связи) осуществить соединение с мобильным сотрудником, наладить связь с удаленным объектом строительства, когда другие виды связи невозможны, обеспечить экологически безопасную мобильную телефонию на всей территории строительной организации. Цель данной работы – краткое исследование этих технологий и выработка соответствующих рекомендаций по их использованию в строительной практике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе исследуются 5 конкретных информационных технологий, позволяющих повысить эффективность работы строительной организации. 1. Использование возможностей современных офисных мини АТС. Здесь главная идея состоит в том, что современные автоматические телефонные станции имеют очень много полезных функций, которые в большинстве строительных организациях или не используются, или используются не полностью. Применение этих функций на практике позволяет заметно повысить эффективность работы без больших затрат средств. 2. Системы диспетчерской связи. Позволяют быстро реагировать и постоянно контролировать все рабочие процессы, происходящие на объекте строительства. Справедливости ради отметим, что такие системы и раньше использовались в строительстве. В работе исследуются возможности расширения функционала и повышения эффективности диспетчерской связи. 3. Системы стандарта DECT – беспроводная телефония. Эта технология обеспечивает экологически чистую мобильную телефонию. В работе

делается акцент на микросотовой сети DECT, которая обеспечивает мобильную телефонию на достаточно большой территории строительной организации. 4. Радиосвязь. Может быть использована, в частности, в оперативно-диспетчерской службе, имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими видами мобильной связи, главное из которых - мгновенное соединение с мобильным абонентом. В радиосвязи может быть использован метод «скремблирования» - шифрования содержания сообщения. 5. Связь с использованием спутников, находящихся не геостационарной орбите. Данный вид связи позволяет в короткий срок наладить связь с удаленным объектом строительства в местах, где другой вид связи невозможен или нецелесообразен.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Итак, в работе исследуются следующие вопросы:

I. Использование возможностей современных офисных мини АТС

Автоматические телефонные станции (АТС) позволяют усовершенствовать процесс коммуникаций в строительных компаниях, выполняют функции соединения сотрудников компании между собой и с внешними телефонными сетями, обеспечивают оптимизацию нагрузки, сводят к минимуму количество не обслуженных звонков, в конечном итоге, повышают эффективность работы компании.

Укажем, что офисные АТС используются во многих строительных компаниях. Вопрос заключается в том, что при эксплуатации АТС в большинстве случаев используется малая часть функционала, который предоставляется современными АТС. Ниже мы просто перечислим некоторые полезные, на наш взгляд, функции [1, 2]. Некоторые из них обычно используются, это, прежде всего функция «обработка вызова», используются, когда необходимо переключить принятый от абонента звонок на определенного сотрудника. Также обычно часто используется функция «переключение на мобильный телефон сотрудника». Далее остановимся на менее известных функциях:

- функция «конференцсвязь». Позволяет подключать к телефонному разговору несколько участников (местных и внешних, включая иногородних). Весьма актуальна для строительных компаний, когда необходимо в экстренном или плановом порядке организовать совещание по телефону специалистов разных направлений. Отметим, что есть «продвинутая» версия – видеоконференцсвязь; это направление само по себе интересно, но требует гораздо более значительных затрат и имеет мало отношения к тематике офисных АТС;

- функция «перенаправления вызова». Очень полезна для сотрудников, которые по роду деятельности часто уходят со своего рабочего места (что часто бывает в строительстве), при этом дается команда АТС перенаправлять вызовы на другой телефонный номер. Таким образом, до этого сотрудника всегда можно дозвониться независимо от места, где он находится;

- функция «экстренная связь». Эта функция может оказаться незаменимой в экстренных и форс-мажорных ситуациях, которые могут произойти на объекте строительства. Суть ее заключается в том, что возможно срочное телефонное подключение к нужному работнику в то время, когда он занят разговором с другим работником по внутренней телефонной линии, при этом «другой работник» ставится в режим «ожидание» с автоматическим восстановлением связи после окончания сеанса «экстренной связи». Эта функция позволяет сообщать с помощью специальных сигналов разговаривающему по телефону абоненту о поступлении к нему нового вызова. При этом с помощью соответствующих действий АТС позволяют «обслужить» и этот вызов, что позволяет избежать важных «пропущенных» звонков;

- программирование АТС. Программирование АТС открывает массу других возможностей автоматической телефонной станции. С помощью программирования можно установить уровень приоритетов, гибко распределять входящие звонки по внутренним линиям, разрешать выход на междугороднюю и международную связь только абонентам с определенными

приоритетами, использовать некоторые внешние линии, согласно приоритетам (или для каждого абонента) распределять сервисные возможности и т.д.;

- функция подключения к микросотовой системе DECT. О стандарте DECT и микросотовых системах, построенных на основе этого стандарта.

Перечень функций мини АТС можно продолжить, однако и перечисленного материала достаточно, чтобы убедиться в полезности этого современного и сравнительно недорогого оборудования.

II. Системы диспетчерской связи

Функции систем диспетчерской связи отчасти совпадают с функциями офисных АТС, которые рассмотрены выше. Более того, встречаются решения «Мини АТС с функциями диспетчерской связи» или «Диспетчерская связь с функциями мини-АТС». Тем не менее, имеются определенные отличия, поэтому мы остановимся на этом вопросе отдельно.

Целью диспетчерской связи является создание устойчивого соединения с абонентами, возможность быстрого реагирования и постоянного контроля над всеми рабочими процессами, происходящими на объекте строительства. Прораб, диспетчер или непосредственно руководитель может мгновенно связаться с работником или рабочей бригадой или передать сообщение одновременно всем. Системы диспетчерской связи кардинально повышают скорость коммуникаций и управления строительными процессами, повышая тем самым эффективность ведения строительного бизнеса [4, 5].

Диспетчерская система обычно включает в себя систему диспетчерской и селекторная связи, систему, обеспечивающую громкую связь и подачу аварийного сигнала, симплексную (одностороннюю) или дуплексную (двухстороннюю) телефонию, систему радиосвязи.

Диспетчерские устройства позволяют оперативно разыскать работника или бригаду на строительной площадке и передать им нужное сообщение. С помощью программирования установить для всех звонков уровни приоритета. Упорядочивать звонки согласно уровню приоритета. Обеспечивают абоненту с более высоким приоритетом возможность вмешаться в разговор менее приоритетных абонентов.

Проводить селекторные совещания с обеспечением функций:

- сбор совещания одной кнопкой;
- отключение микрофона участника (Лишить слова);
- включение микрофона участника совещания (Дать слово);
- световая индикация на пульте состояния абонента (слышит, микрофон включен, запрос на сообщение, отключен от совещания).

Проводить конференцсвязь с внутренними и городскими абонентами.

Следует особо отметить роль радиосвязи в оперативно-диспетчерской службе. Именно эта связь позволяет мгновенно соединиться с мобильным работником на строительном объекте и передать ему нужные указания. Вопрос об использовании радиосвязи представляется весьма важным, и в дальнейшем мы его рассмотрим отдельно.

III. Системы стандарта DECT

Стандарт DECT описывает взаимодействие базовой станции с мобильными терминалами (аппаратами), при этом может обеспечиваться как передача голоса, так и данных.

Простейшим вариантом системы стандарта DECT, которая используется в миллионах квартир, является система, состоящая из базы и мобильной трубки, обслуживается одним из операторов фиксированной телефонной связи, например МГТС.

В первую очередь отметим основные преимущества этого типа мобильной связи – **высокая степень экологической безопасности**. Дело в том, что по сравнению с другими мобильными трубками, трубки стандарта DECT имеют очень малую мощность передатчика – порядка 10 мВт.

Достоинством этого стандарта по сравнению с «традиционной» телефонией, является хорошая помехоустойчивость (здесь применяется цифровая передача сигнала, поэтому помех намного меньше, чем, скажем в аналоговой телефонии). Если говорить о применении в

строительной компании, то несомненным преимуществом стандарта DECT является хорошая интеграция с другими системами фиксированной корпоративной связи.

Что касается недостатков данного стандарта, то здесь следует, прежде всего, отметить небольшую дальность связи. О способе преодоления этого недостатка – использование микросотовой сети DECT, мы поговорим чуть ниже. Другим недостатком, который принято приписывать стандарту DECT является небольшая скорость передачи данных - по сравнению с другими мобильными типами связи Bluetooth, Wi-Fi и т.д. Здесь надо заметить, что стандарт DECT ориентирован, в основном, на телефонию где этот недостаток несущественен.

Теперь поговорим о микросотовой сети DECT, о которой упоминалось выше [5]. В этом случае можно использовать DECT телефонию на достаточно большой территории строительной организации. Технически это осуществляется путем установки несколько базовых станций БС на территории объекта строительства. Тогда можно свободно перемещаться по территории от одной БС к другой без потери связи. Благодаря специальным возможностям, микросотовая сеть обеспечивает незаметное для пользователя переключение радиотелефона от одной БС к другой без прерывания разговора. В большинстве случаев, микросотовая сеть создается основе мини-АТС, поэтому мобильные абоненты обладают доступом к широкому спектру возможностей мини-АТС, о которых говорилось выше.

В заключении данного подраздела укажем одно исключительно перспективное, на наш взгляд, направление – комбинация DECT телефонии с другими видами связи. Например, для конечного пользователя можно использовать «экологически чистый» DECT аппарат, а для выхода на внешние сети – другой вид связи. В качестве примера, приведем [6]: современная беспроводная микросотовая сеть DECT, использующая ресурсы IP сетей.

IV. Радиосвязь

В разделе II уже упоминалась роль радиосвязи в оперативно-диспетчерской службе. Действительно, радиосвязь имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими видами мобильной связи: мгновенное соединение с мобильным абонентом, независимость от услуг операторов сотовой связи, возможность «скремблирования» шифрования содержания сообщения. Эти преимущества сделали радиосвязь незаменимой в областях, где требуется мгновенно передать и получить информацию мобильному абоненту, сделать распоряжение, которое необходимо немедленно выполнить. Поэтому радиации широко используются в МЧС, полиции и других оперативных службах. Работа на строительной площадке также зачастую требует быстрого и оперативного реагирования на создающуюся ситуацию. Поэтому данный вид связи для строительной области весьма актуален. Радиации, применяемые в строительстве, естественно, должны отличаться от простейших радиаций, используемых на охоте или рыбалки. Каналы радиосвязи на объекте строительства должны охватывать всю необходимую, радиации должны оснащаться мощными приемниками и антеннами, улучшающими прием [7]. Радиации должны поддерживать функцию многопользовательского вызова, возможность быстро перейти в режим конференцсвязи. Должен быть обеспечен режим, когда можно выходить в эфир, не нажимая кнопку «передача», а просто произнося то, что хотите сказать. Уровень чувствительности функции можно настроить так, что она будет реагировать только на громкий отчетливый голос или улавливать даже тихий шепот. Это очень удобно, если ваши руки держат инструмент. Корпус радиации обязательно должен быть стойким к ударам, и защищать устройство от попадания внутрь пыли и влаги.

В области промышленной радиосвязи явно наблюдается тренд, связанный с использованием транкинговой связи. Транкинговые системы – это радиально - зонные системы связи, осуществляющие автоматическое распределение каналов связи между абонентами. Под термином «транкинг» понимается метод доступа абонентов к общему выделенному пучку каналов, при котором свободный канал выделяется абоненту на время сеанса связи. С помощью транкинговой связи можно очень быстро подключиться к собеседнику, установить контакт с группой работников, проводить индивидуальные и групповые конфиденциальные переговоры.

Технически дело организовано следующим образом. В непосредственной близости от руководителя стройки устанавливается стационарная абонентская радиостанция, там же обеспечивается доступ к городским телефонным линиям. Площадки, входящие в объект строительства, оснащаются стационарными приемопередатчиками. Ими будут пользоваться прорабы и начальники определенных служб. Соответствующим работникам выдаются портативные рации. Строительная техника, включая автомобильный транспорт, при необходимости, тоже оснащается радиостанциями.

Таким образом, транкинговая радиосвязь позволяет надежно обеспечивать оперативное управление на различных участках объекта строительства.

V. Связь с использованием спутников, находящихся не геостационарной орбите

Данный вид спутниковой связи использует ИСЗ (искусственные спутники земли), находящиеся на геостационарной орбите - 35875 км от уровня моря. На такой орбите скорость перемещения ИСЗ совпадает со скоростью вращения Земли. Мы будем подразумевать, что спутниковая связь работает в дуплексном режиме - двухсторонний режим обмена - прием данных со спутника и отправку их обратно также через спутник. Заметим, что существует асимметричный режим работы спутникового канала (используется, в основном, для работы Интернет в загородных домах), в контексте нашего рассмотрения этот режим интереса не представляет.

В России в качестве решения для геостационарных спутников используется в основном технология VSAT (Very Small Aperture Terminal). По международной классификации к VSAT относятся спутниковые станции с антеннами менее 2,5 м, зачастую размер антенны порядка 1,2 м. VSAT состоит из двух основных частей: внешний блок (антенна и приёмопередатчик) и внутренний блок (преобразует информацию в вид, пригодный для использования в телефонах, ПК, и т. д.).

Данный вид связи имеет следующие преимущества:

- на основе геостационарных ИСЗ можно в короткий срок наладить связь в местах, где другой вид связи невозможен или нецелесообразен;
- один ИСЗ способен обеспечивать связь почти на всей территории России;
- технология VSAT хорошо освоена отечественными производителями, предлагаются конкретные решения.

К главному недостатку данного вида связи следует отнести достаточно большую задержку сигнала при прохождении столь большого расстояния, другими словами связь достаточно медленная. Дополнительным недостатком является необходимость достаточно большой антенны.

Указанные преимущества и недостатки обуславливают области применения данной технологии в строительной отрасли: строительство в отдаленных районах, где другая связь невозможна или нецелесообразна.

ВЫВОДЫ

В работе исследовано ряд технологий, которым уделялось не достаточно внимания в строительной практике. Данные технологии позволяют заметно повысить эффективность работ строительной организации, при этом большинство из них не требует существенных затрат средств. Ряд этих технологий обладают уникальными возможностями: мгновенно осуществить соединение с мобильным сотрудником, наладить связь с удаленным объектом строительства, в условиях, когда другие виды связи невозможны; обеспечить экологически безопасную мобильную телефонию в пределах всей территории строительной организации. В работе дан анализ этих направлений и выработан ряд практических рекомендаций.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://www.proftelecom.by/6_7.htm.
2. <http://www.oc.ru/katalog/ats/ats-m-200/func/>.
3. <http://intecom.info/stati/sistema-dispetcherskoj-svyazi>.
4. https://www.comkas.ru/ats_pult/ats_pult.html.
5. http://www.ats-telecom.ru/3_decisions/3_8_dect/3_8.htm.
6. http://www.detewe.ru/ascom_ipdect_full.htm.
7. <http://www.smis-expert.com/radiosvyaz/radiosvyaz-na-obektah.html>.
8. *Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А.* Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / Научное обозрение, 2015, №16, - с.461-464.

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗАХ

А.В. Гинзбург¹, А.И. Конигов²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ginav@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (konikovAI@mgsu.ru)

Аннотация

В настоящее время явно наметился тренд, связанный с широким применением микроконтроллеров в строительной области. Это автоматизированные системы интеллектуальной обработки датчиков, вопросы, вопросы строительства умных зданий и др. Современные микроконтроллеры сильно отличаются от ранее используемых – они намного сложнее, имеют гораздо более широкий функционал. Между тем, соответствующие вопросы не находят адекватного отражения в большинстве курсов, даваемых в строительных университетах студентам соответствующих специальностей. Целью работы является краткое исследование данного вопроса и разработка соответствующих предложений и рекомендаций.

ВВЕДЕНИЕ

В строительной отрасли все большее применение находят микроконтроллеры. Они используются в различных автоматизированных системах управления технологическими процессами, при интеллектуальной обработке датчиков состояний объекта строительства, при проектировании умных зданий и т.д. Данные устройства с одной стороны, сочетают передовые достижения в области микропроцессоров, с другой – включают последние «новинки» из области периферийных устройств и их интерфейсов. Изучение микроконтроллеров совершенно необходимо для информационных специальностей строительных ВУЗов. Между тем, здесь имеется ряд непростых вопросов, которые нужно грамотно дать в соответствующих учебных курсах. Целью данной работы – сформулировать эти вопросы и предложить пути их решения

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Прежде всего, укажем, что микроконтроллер сочетает на одном кристалле функции процессора и периферийных устройств, содержит ОЗУ и (или) ПЗУ. Совершенствование устройств в данной области происходит весьма динамично. Отрадно, что и отечественные производители достигли успехов в этой области: отметим, в частности, 32 разрядный микроконтроллер компании «Миландр», представленный на выставке «Связь 2018».

Микроконтроллер по сравнению с микропроцессором имеет ряд особенностей в «процессорной» части, например широкое использование архитектуры с сокращенным набором команд. Однако, в данной работе мы уделим больше внимания встроенной в микроконтроллер периферии – поскольку при внедрении данных устройств в строительные приложения, необходимо прежде всего разобраться именно в данном вопросе.

Современные микроконтроллеры оснащены богатым периферийных устройств:

- преобразователи формы информации ПФИ (напряжения в код ПНК (АЦП) и обратные преобразователи кода в напряжение ПКН (ЦАП) [1,2];
 - широтно-импульсные модуляторы (ШИМ-контроллер);
 - универсальные цифровые порты, которые можно настраивать как на ввод, так и на вывод;
 - различные интерфейсы ввода-вывода, такие, как UART, I²C, SPI, CAN, USB и т.п.
- Этот список можно продолжить.

Поскольку рамки данной работы не позволяют подробно проанализировать весь список, мы остановимся на двух ключевых вопросах: ПФИ и широтно-импульсные модуляторы. Выбор этой тематики не случаен. То касается ПФИ, то устройства этого типа преобразуют исходный аналоговый сигнал (например, сигнал от датчиков, установленных на объекте строительства) в цифровой код и наоборот – цифровой код в аналоговый сигнал. Этот тип устройств является очень важным звеном при автоматизированной обработке информации, зачастую его характеристики непосредственно влияют на качество системы в целом. В существующих курсах по информационным технологиям в строительных ВУЗах этот материал или вообще не дается или дается в сильно «усеченном» виде. Изучение этого вопроса – дело необходимое, но непростое. Здесь требуется знания в области дискретизации и квантования сигнала, в свою очередь данные вопросы увязаны с понятиями «временные и спектральные характеристики сигнала», полоса пропускания и т.п. Проблема при изучении данной тематики состоит в том, что нужно, не «завязнув» в громоздких математических выкладках, донести до студентов достаточно сложные понятия. Ниже приводятся ряд рекомендаций, способствующих ее решению.

Похожие соображения касаются темы «Широтно-импульсные модуляторы ШИМ». Сами по себе ШИМ используются не очень часто, однако эти устройства связаны с понятием «Модуляция сигнала». Модуляция в современной технике вообще, и в строительной области в частности, применяется исключительно широко - в цифровой телефонии, мобильной связи и т.д. Здесь такая же ситуация, как и в предыдущем вопросе: материал дается студентам в сильно «усеченном» виде (или вообще не дается), изучать его необходимо, при изучении возникают проблемы, подобные вышеперечисленным.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Итак, рассмотрим подробнее вопрос, касающийся ПФИ. Преобразователи «прямого типа» ПНК (АЦП) преобразуют исходный аналоговый сигнал в цифровой код. Здесь необходимо четко разделять два процесса: дискретизацию во времени и дискретизацию по уровню. В первом случае непрерывная по времени функция заменяется на ряд дискретных отсчетов, отстоящих на интервал Δt (рис. 1).



Рис. 1. Дискретизация сигнала по времени

В литературе часто термин «дискретизация сигнала по времени» заменяют термином «дискретизация», мы поступим подобным же образом. Интуитивно понятно, что частота дискретизации и, соответственно значение Δt , зависят от скорости изменения сигнала. Если сигнал медленный, по значению Δt можно взять больше (рис. 2).

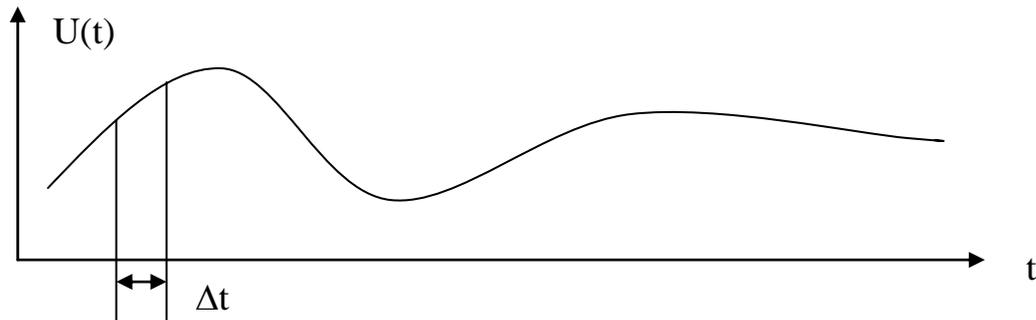


Рис. 2. Дискретизация при медленном сигнале

Если же сигнал быстрый, то Δt наоборот должно быть меньше, иначе будут утеряны «быстрые выбросы» сигнала $U(t)$ и мы не сможем по дискретным отсчетам восстановить исходный сигнал.

Точное соотношение для выбора Δt определяется известной формулой А.В. Котельникова. Однако прежде чем приводить эту формулу, следует привести краткие сведения о временном и спектральном представлении сигнала, которые в очень упрощенной форме характеризуют суть дела. Итак, для одного и того же сигнала может быть временное представление, показанное на рис. 1, где по осям X и Y отложены t и $U(t)$ и спектральное представление, где по этим осям отложены частота в радианах ω и спектральная плотность $S(\omega)$. Часто, для наглядности, вместо частоты ω используют частоту f в герцах, (эти частоты связаны через коэффициент 2π). Кроме того, применяется термин «граничная частота f_c », которая ограничивает спектр сигнала. Временное и спектральное представление однозначно связаны между собой прямым и обратным преобразованиями Фурье. Эти громоздкие формулы, чтобы не усложнять материал, приводить не будем. Здесь отметим, что быстрому сигналу соответствует высокая граничная частота спектра f_c , тогда говорят о «широкополосном сигнале». Медленному сигналу соответствует малое значение f_c – это «узкополосный сигнал».

С учетом этих сведений, можно вернуться к теореме Котельникова, согласно которой, любой непрерывный сигнал может быть восстановлен по своим дискретным отсчетам, взятым с частотой

$$f > 2f_c \quad (1)$$

Из теоремы Котельникова вытекает, что интервал между отсчетами Δt следует выбирать из условия:

$$\Delta t = 1 / 2f_c \quad (2)$$

Эта формула выражает в виде четкого соотношения интуитивные представления об интервале дискретизации, которые были высказано выше: чем быстрее сигнал, тем выше граничная частота f_c и тем меньше должен быть шаг дискретизации Δt .

Данное соотношение имеет непосредственное применение на практике: если нужно преобразовать непрерывный сигнал, например от датчиков состояния здания, в цифровой код, то нужно вначале определиться с граничной частотой сигнала f_c , далее с помощью формулы (2) интервал дискретизации, а затем выбирать АЦП, удовлетворяющего этим требованием или микроконтроллер, оснащенный АЦП с надлежащими характеристиками.

В результате дискретизации по времени, мы преобразовали непрерывный сигнал в последовательность дискретных отсчетов, отстоящих друг от друга на расстояние Δt . Однако амплитуда этих отсчетов U имеет непрерывное значение в некотором интервале (допустим $0 - U_{\max}$). Для того, чтобы сделать сигнал на выходе ПФИ полностью цифровым следует преобразовать U в двоичный код. Это делается с помощью квантования по уровню: весь интервал $[0 - U_{\max}]$ разбивается на m равный отрезков Δh , причем

$$\Delta h = U_{\max} / m \quad (3)$$

$$m = 2^n \quad (4)$$

где n – число двоичных разрядов на выходе ПНК (АЦП)

Таким образом, чем больше n , тем меньше Δh и выше точность. Фактически Δh представляет собой методическую погрешность квантования по уровню. Казалось бы, чего проще: чтобы получить высокую точность следует выбрать достаточно большое значение n . Однако здесь есть ряд моментов, которые необходимо учитывать. Прежде всего, начиная с некоторого значения n , инструментальная погрешность Δi , обусловленная шумами, температурными уходами и т.п. становится сопоставимой с Δh . Тогда дальнейшее увеличение n бессмысленно – младшие разряды кода будут недостоверными. Другим фактором, ограничивающим число разрядов n , является требование высокого быстродействия. Быстродействующие АЦП строятся по параллельному методу – когда аналого-цифровое преобразование проводится в 1 такт путем одновременного сравнения входного напряжения U с $(2^n - 1)$ эталонными уровнями, для чего требуются $(2^n - 1)$ сравнивающих устройств – компараторов. Компаратор, подобно большинству аналоговых схем, является весьма «капризным» устройством. Здесь имеется «уход» нуля, температурный дрейф характеристик и т. п. Поэтому при технической реализации параллельного АЦП обычно ограничиваются значениями $n = 8-10$. Если повышенных требований к быстродействию ПНК (АЦП) не предъявляется, то обычно используется АЦП последовательных приближений, требующий для работы n тактов, но обеспечивающий точность до 14 разрядов и выше. Очень высокую точность 18-20 разрядов можно получить с помощью АЦП интегрирующего типа, но при этом время преобразования очень большое. Эти АЦП пригодны только для очень медленных входных сигналов. Поэтому бессмысленно искать микроконтроллер, позволяющий провести быстрое аналого-цифровое преобразование с точностью, допустим, 19 разрядов.

Теперь несколько слов о модуляции. Здесь следует четко обозначить: имеется два сигнала – один несет полезную информацию, которую следует передать по каналу связи это так называемый *модулирующий* сигнал, второй сигнал требуется для обеспечения передачи по каналу связи – этот так называемый *несущий* сигнал.

Проще всего объяснить модуляцию на примере амплитудной модуляции радиосигнала, использовалась раньше очень широко, сейчас довольно редко – для радиопередачи на средних волнах.

Сказанное иллюстрируется рисунком 3.

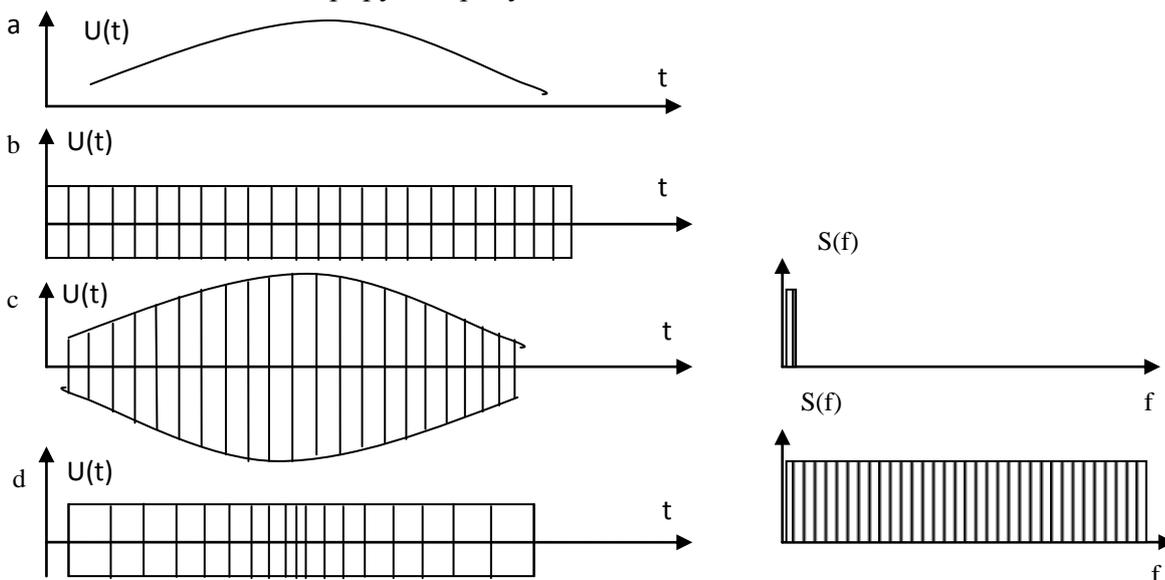


Рис. 3. Амплитудная и частотная модуляция

На рис. 3а показан полезный информационный сигнал, допустим плавно нарастающий и снижающийся звук. Этот сигнал нельзя передать на большие расстояния. Для этого требу-

ется высокочастотный радиосигнал, показан рис. 3б. (Синусоида для простоты показана в «стилизованном» виде). Сигнал на рис. 3а – модулирующий, на 3б – несущий (отметим, что его амплитуда и частота постоянна). На рис. 3с показан случай амплитудной модуляции – амплитуда несущего сигнала изменяется в соответствии с полезным, модулирующим сигналом. Этот сигнал можно передавать в удаленную точку приема, там он демодулируется (восстанавливается полезный сигнал). Недостаток данного способа передачи – низкая помехозащищенность: любой электрический разряд или помеха на пути следования изменит амплитуду сигнала, поэтому качество звука для радиопередачи весьма низкое. Достоинство – малая ширина спектра (рис. 3с), поэтому радиопередачу можно вести на средних волнах: от 300 КГц - 3 МГц, при полосе частот для одной радиостанции 10 КГц. На рис. 3д приведен случай частотной модуляции ЧМ – когда частота передаваемого сигнала изменяется в соответствии с полезным сигналом. На практике чаще используется фазовая модуляция ФМ, которая по принципу работы и характеристикам близка к ЧМ. Помехоустойчивость при ЧМ гораздо лучше – частота под воздействием электрических помех не меняется, поэтому качество звука радиопередачи неизмеримо выше. Спектр сигнала при ЧМ широкий - несколько сот МГц, поэтому это вещание в УКВ – диапазоне.

Что касается ШИМ – модуляции, которая часто используется в микроконтроллерах, то она относится к импульсному виду модуляции. В этом случае в качестве несущего сигнала используется последовательность прямоугольных импульсов. Эта последовательность изменяется в соответствии с полезным модулирующим сигналом, при этом существуют разные виды импульсной модуляции, в частности амплитудно – импульсная АИМ, частотно-импульсная ЧИМ, широтно-импульсная ШИМ (показаны на рис. 4). На рис. 4а показан полезный сигнал, 4б – несущий сигнал, 4с – АИМ, 4д – ЧИМ, 4е – ШИМ.

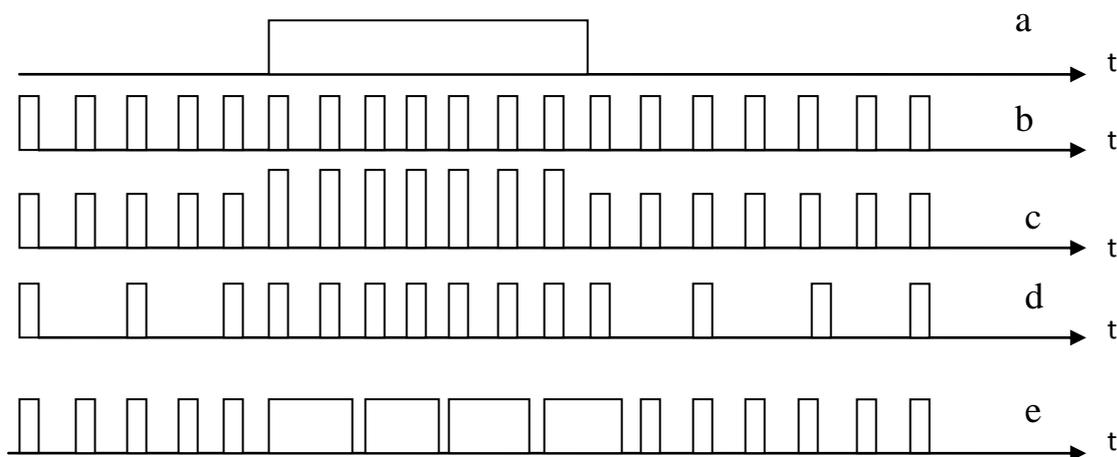


Рис. 4. Различные виды импульсной модуляции

ВЫВОДЫ

Изучение микроконтроллеров совершенно необходимо для информационных специальностей строительных ВУЗов. Между тем, здесь имеется ряд непростых вопросов, которые нужно грамотно дать в соответствующих учебных курсах. В работе сформулированы два ключевых направления, на которых следует сосредоточить внимание. Это направление, связанное с дискретизацией сигнала и выбором соответствующего ПНК (АЦП) для микроконтроллера. Второе направление касается темы «модуляции сигналы» и принципа работы ШИМ – модулятора, используемого в микроконтроллерах. Необходимость рассмотрения именно этих направлений обосновывается тем, что для их понимания необходимо изучить весьма сложный вопрос о временных и спектральных характеристиках сигнала. Проблема заключается в том, что нужно, не «завязнув» в громоздких математических выкладках, до-

нести до студентов основные выводы и результаты. В работе предлагаются пути решения данной проблемы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Коников А.И.* Новые направления в преподавании дисциплины «Информатика» в экономических ВУЗах. //А.И.Коников //Вестник РЭУ им.Г.А.Плеханова, -2014. -№4(58). -С.42-46.
2. *Коников А.И.* Новые акценты в преподавании информационных технологий в экономических вузах. //В сборнике: Информационные системы, технологии и автоматизация в строительстве. Электронный ресурс: сборник научных трудов кафедры ИСТАС НИУ МГСУ. Москва, 2015. С. 83-87.
3. *Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А.* Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / Научное обозрение, 2015, №16, - с.461-464.
4. *Ginzburg A.* Sustainable Building Life Cycle Design / 15th International Conference on Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology, TPACSEE-2016; Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering: MATEC Web of Conferences, Volume 73, 02018 (2016).
5. *Каган П.Б., Муминова С.Р.* BIM training course in construction university / Сборник трудов Международной научной конференции «The 11th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality (CONVR 2011)» - г. Веймар, Bauhaus-Universität Weimar 2011. - С. 72-77.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ABC-XYZ АНАЛИЗА В ПРИЛОЖЕНИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А.И. Конигов

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (konikovAI@mgsu.ru)*

Аннотация

Методы ABC-XYZ анализа используются для решения задач маркетинга и логистики во многих областях, в частности могут применяться в строительной отрасли. Основным достоинством этих методов является наглядность, простота реализации с помощью табличного процессора (например, Excel). Главным недостатком данных методов является то, что они не дают ответа на вопрос: благодаря каким факторам достигается высокая прибыльность и стабильность. В литературе предложено ряд решений по данному вопросу, однако по нашей информации нет работы, в которой бы приводились конкретные алгоритмы, позволяющие проводить ABC-XYZ анализ с учетом факторов, благодаря которым достигалась высокая прибыль и стабильность. Устранение этого «пробела» и является целью данной работы.

ВВЕДЕНИЕ

ABC-XYZ анализ известен в маркетинге и логистике, позволяя ранжировать продукцию по прибыльности и стабильности получения прибыли [1-8]. Эти методы могут использоваться, в частности, в строительной отрасли. Основным достоинством указанных методов является возможность проведения анализа с помощью табличного процессора (например, Excel). При этом не нужно знать сложных приемов работы с табличным процессором. В частности нет необходимости программировать на VBA, что позволяет проводить ABC-XYZ анализ непосредственно самим специалистам по маркетингу и логистики, не привлекая сторонних программистов. Это в свою очередь делает анализ весьма наглядным, продуктивным и оперативным. Основной недостаток указанных методов состоит в том, что они не позволяют проанализировать факторы, благодаря которым достигаются высокие результаты по доходности и стабильности получения дохода. Целью данной работы является разработка конкретного алгоритма, позволяющего проводить ABC-XYZ анализ с учетом технических и других факторов – этажность здания, тип стен и т.п.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использована методология ABC-XYZ анализа, которая в свою очередь включает: расчет суммы нарастающим итогом, расчет некоторых статистических функций и др. При вычислениях применен инструментарий табличных процессоров. Для наглядности и лучшей визуализации использованы элементы теории множеств.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Итак, представим все объекты множеством $W\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ (рис. 1). В множество $W\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ могут входить объекты строительства, различные типы строительных материалов и др. Важно, чтобы в множество $W\{\}$ входили только те объекты для которых имеет смысл проводить сопоставительный анализ (т.е. нельзя допускать, например, чтобы элемент w_1 соответствовал типу здания, а элемент w_2 означал тип стеновых панелей).

$W\{\}$ - множество всех объектов строительства, $P\{\}$ множество объектов для которых проводится ABC - анализ, $Q\{\}$ - множество объектов для которых проводится XYZ - анализ - и пересечение множеств $R = P \cap Q$, объекты, для которых проводится оба типа анализа.

При ABC - анализе в множестве $P\{p_1, p_2, \dots, p_1\}$ выделяются наиболее «ценные» объекты (категории «А»), обеспечивающие суммарный доход до 80%. Кроме того, определяются объекты категории «С» приносящие небольшой доход (общая сумма поступлений от этих

объектов не превышает 5%). Оставшиеся объекты относятся к категории «В» и занимают некоторое промежуточное значение (дают в сумме 15% от совокупного дохода).

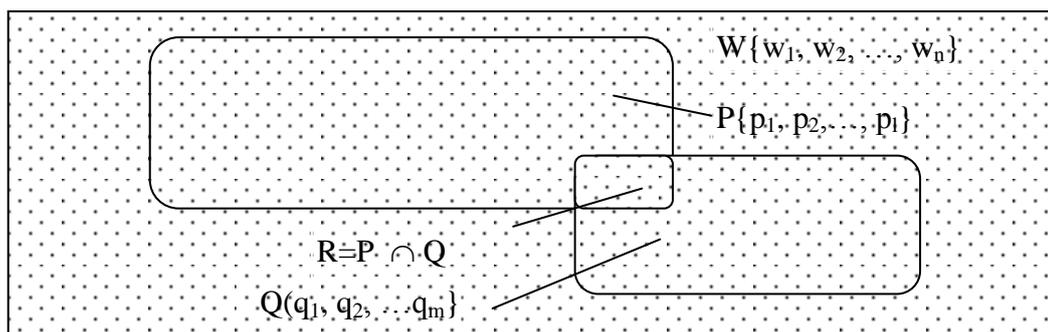


Рис. 1. Интерпретация задачи с точки зрения теории множеств

При XYZ анализе множество $Q\{q_1, q_2, \dots, q_m\}$ ранжируется в зависимости от стабильности приносимого дохода. Объекты категории «X» приносят наиболее стабильный доход, категории «Y» несколько более низкие показатели (о конкретных цифрах поговорим позднее). Совсем «слабые» показатели по стабильности продаж имеют объекты категории «Z». Еще одно подмножество, представляющее пересечение подмножеств $P\{\}$ и $Q\{\}$ соответствуют объектам, для которых проведены оба типа анализа. Из рисунка видно, что далеко не все объекты входят в три указанных выше подмножества. Это объясняется тем, что для них нет необходимых данных для анализа или исследователь по каким – то соображениям не хочет включать их в список..

На рисунке 2 показан предлагаемый алгоритм анализа, рассчитанный на использование табличного процессора, например Excel.

Начальная часть (до буквы «а») представляет несколько формализованный вариант «классического» ABC анализа. В первой столбец заносятся названия объектов из подмножества $P\{p_1, p_2, \dots, p_i\}$. Если встречаются два одинаковых названия объекта, то добавляется префикс, чтобы эти объекты можно было однозначно идентифицировать. Во второй столбец заносится доход, приносимый данным объектом. Путем автосуммирования определяется общий доход. В третьем столбце вычисляется доход в процентах для каждого объекта и производится сортировка «по убыванию». В четвертом вычисляется доход нарастающим итогом. В пятом, с помощью вложенной логической функции «ЕСЛИ» определяется категория объекта – «А», «В» или «С». Поскольку для применяются известные для табличных процессоров приемы: абсолютная адресация, копирование формул в соседние клетки с помощью «автозаполнения», то вся процедура занимает несколько минут.

Далее алгоритм соответствует XYZ анализу. В первой столбец заносятся названия объектов из подмножества $Q\{q_1, q_2, \dots, q_m\}$. Рекомендуется проводить XYZ анализ на другом листе табличного процессора. Так же как и в предыдущем случае, не допускается два одинаковых названия объекта - чтобы объекты можно было однозначно идентифицировать. Далее необходимо ввести данные по продажам по кварталам, месяцам или годам. Для примера, возьмем вариант с данными по продажам за 5 лет. Тогда 2-6 столбцы будут заполнены соответствующими данными.

В 7 и 8 столбце с помощью статистических функций табличного процессора рассчитаем среднее значение m и стандартное отклонение σ , в 9 столбце вычислим коэффициент

$$v = (\sigma / m) * 100 \% \quad (1)$$

При XYZ анализе присвоение объекту категории производится по правилу:

«X» когда $V < 10 \%$, «Y» когда $V 10 - 25 \%$, «Z» когда $V > 25 \%$

Понятно, что категория «X» относится к объектам, дающим наиболее стабильный доход, категория «Z» - соответствующим объектам с наименее стабильным доходом. Объекты категории «Y» занимают промежуточное место.

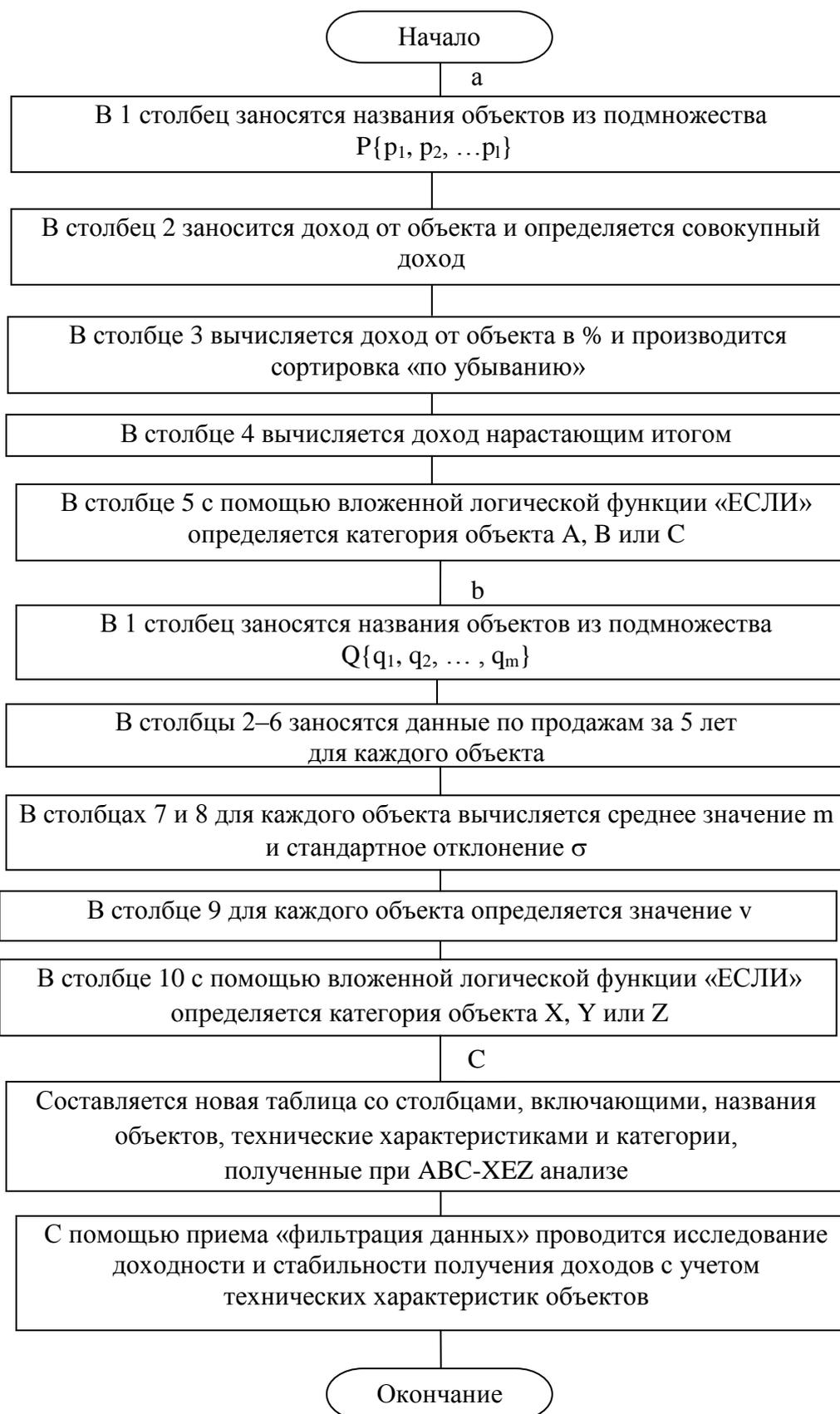


Рис. 2. Алгоритм ABC-XYZ анализа с учетом характеристик объектов

В столбце 10 согласно вышеприведенному правилу, с помощью встроенной логической функции «ЕСЛИ» получаем категорию стабильности для каждого из объектов. Напри-

мер, если значение V находится в клетке D11, то строка формул табличного процессора имеет вид:

$$= \text{ЕСЛИ}(D11 < 10\%; "X"; \text{ЕСЛИ}(D11 < 25\%; "Y"; "Z")) \quad (2)$$

Начиная с буквы «с» алгоритм соответствует ABC-XYZ анализу с учетом технических характеристик объектов строительства.

Составляется новая таблица на отдельном листе табличного процессора, при этом в 1 столбец заносятся названия объектов (не допускаются одинаковые названия). В следующие 12 столбцов (со 2 по 13) заносятся технические характеристики объекта (этажность, тип стен и т.д.). Здесь число 12 взято произвольно. Количество столбцов и тип информации определяет сам специалист, проводящий ABC-XYZ. Здесь нельзя допускать формализма – важно определится, какие именно характеристики объекта следует проанализировать, с целью выявления интересующих закономерностей. Кроме того, следует четко указать возможные варианты. Например, в характеристике «этажность» дать три градации – малоэтажное строение (до 5 этажей), строение средней этажности (6-12 этажей) и высотное строения – свыше 12 этажей. Цифры исследователь может изменять. Отметим, важный момент – в число характеристик могут входить не только технические характеристики, но и любые другие (например, географическое расположение). На наш взгляд, число этих характеристик (и соответственно столбцов) не должно быть большим – иначе результаты исследования трудно интерпретировать. В нашем случае выбрано число 12, это число может быть чуть больше или чуть меньше, однако если выбрать, например, 100 столбцов с техническими параметрами, то проанализировать результаты будет очень сложно. При необходимости исследовать большее число факторов, следует использовать несколько таблиц с небольшим числом столбцов и разными типами технических параметров.

Далее в 14 и 15 столбцы таблицы заносятся вычисленные ранее категории «А», «В» или «С» – для 14 столбца; «Х», «У» или «Z» - для 15 столбца.

На заключительном этапе анализа используется стандартный прием табличных процессоров - «фильтрация данных». Поясним на двух простых примерах. В первом требуется найти малоэтажные объекты, обеспечивающие высокий доход. Тогда в столбце «этажность» устанавливаем значение «малоэтажное строение», а в 14 столбце – категорию «А» - и практически мгновенно находим список объектов, удовлетворяющих данным требованиям. Во второй пример отличается от первого тем, что необходимо найти объекты, приносящие не только высокий, но и стабильный доход. Тогда помимо вышеприведенных установок, в 15 столбце указываем категорию «Х».

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате исследования предложен механизм и представлен соответствующий алгоритм, позволяющий оценивать доходность и стабильность получения дохода в строительной отрасли с помощью ABC-XYZ анализа с учетом технических характеристик объекта. Для реализации использован табличный процессор (например, MS Excel). При этом, дополнительных специальных знаний в области компьютерных технологий не требуется, поэтому исследование может проводить непосредственно специалист, занимающийся маркетингом и логистикой в строительной отрасли.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Konikov A., Konikov G. Multivariate analysis of construction projects./Konikov A., Konikov G//Applied Mechanics and Materials. -2014.-Т. 584-586.-Р. 2171-2174.
2. Konikov A.I., Konikov G.A. A systematic approach to construction site evaluation based on ABC/XYZ analysis //International Journal of Applied Engineering Research. -№ 21.-2015.-Т. 10.-Р. 42412-42414.

3. Konikov A., Konikov G. Methodology of construction site marketing analysis// Procedia Engineering - 2016. Т. 165. Р. 1052-1056.
4. Кони́ков А.И., Кони́ков Г.А. Расширение функциональных возможностей анализа ABC-XYZ //Логистика и управление цепями поставок. 2014. № 3 (62). С. 54-57.
5. Кони́ков А.И., Кони́ков Г.А. ABC-VEN анализ с привлечением теории множеств//Логистика и управление цепями поставок. 2014. № 5 (64). С. 70-73.
6. Кони́ков А.И., Кони́ков Г.А. Маркетинговое исследование строительных предприятий на основе ABC-XYZ-анализа// Промышленное и гражданское строительство.2016. № 12. С. 106-110.
7. Евтеев Б. В. Об автоматизации процесса решения некоторых задач маркетинга и логистики с помощью MS Excel// «Современные аспекты экономики».-№10(194).- 2013. - С.153-156.
8. Кони́ков А.И., Кузнецова Т.В., Кони́ков Г.А. Исследование возможности расширения функционала бизнес - анализа на основе таблиц ранжирования. // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 7 (117). С. 48-53.

СИСТЕМНО-КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.А. Лapidус¹, И.Л. Абрамов²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (LapidusAA@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ivan2193@yandex.ru)

Аннотация

Анализ сложившейся ситуации на российском рынке показал, что вопросы устойчивости строительных предприятий, их ресурсного потенциала и кооперирования, методов совершенствования организационных структур управленческих и производственных подразделений в современных условиях рисков и неопределенности строительного производства, требуют исследования и глубокой проработки.

В статье представлены основные положения системно-комплексного подхода к исследованию проблемы обеспечения устойчивости строительных систем в условиях риска неопределенности строительного производства.

Основная цель исследований заключается в разработке:

- теоретических, научных и системотехнических принципов обеспечения заданного уровня устойчивости строительных систем за счет нахождения рациональных организационно-технологических решений в условиях рисков и неопределенности строительного производства;
- метода формирования системно-динамической структуры управления строительным производством, обеспечивающей адаптивность системы к влиянию рисков и неопределенности строительного производства;
- методологии управления устойчивостью строительных предприятий.

ВВЕДЕНИЕ

По состоянию на конец 2017 года деловой климат в российской строительной отрасли остается в зоне худших значений за последние 7 лет. Несмотря на признаки стабилизации макроэкономических показателей и рост ВВП в течение пяти кварталов подряд, объемы строительных работ продолжают снижаться. По данным Росстата, за январь – октябрь 2017 года спад составил 2,1 %, а накопленным итогом за три года кризиса превысил 20 %.

По количеству банкротств строительный сектор уже опережает все виды бизнеса. По данным Рейтингового агентства строительного комплекса (РАСК), в 2016 году количество зарегистрированных банкротств строительных компаний увеличилось на 17,3 %. Неплатежеспособными признали себя 3180 организаций, подавляющее большинство из которых (66 %) – работавшие на рынке более 7 лет. В III квартале 2017 года с рынка ушли еще почти 700 строительных компаний, что стало рекордом за все время статистики, показало исследование Центра макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП).

Опрос топ-менеджеров строительных предприятий, проведенный в ноябре 2017 г., показал, что 40 % из них по-прежнему жалуются на то, что портфель заказов «ниже нормального уровня». Сводный индекс предпринимательской уверенности в четвертом квартале вырос на процентный пункт, однако его значение – минус 15 % – является самым низким по сравнению со всеми базовыми отраслями, которые оценивает Росстат.

По мнению экспертного сообщества, кризис в строительной отрасли носит не локальный, а системный характер [1]. Государство пытается всячески стимулировать отрасль, однако, и сами участники инвестиционно-строительного процесса - предприятия со своей сто-

роны также должны предпринимать меры, которые позволят им «удержаться на плаву». Учитывая, что предприятие является первичным звеном народнохозяйственного комплекса страны, вопросы повышения выживаемости строительных предприятий на российском рынке и обеспечения заданного уровня их устойчивости, являются практически значимыми и актуальными. Решение этих вопросов будет иметь важное народнохозяйственное значение.

ОСНОВНАЯ ИДЕЯ СТАТЬИ

В статье описаны разрабатываемые на основе системно-комплексного подхода способы научного обоснования решений организационно-технологического характера, обеспечивающие повышение устойчивости строительных предприятий в условиях рисков и неопределенности строительного производства.

Достижение гарантированного уровня устойчивости строительных предприятий в современных условиях может быть обеспечено путем:

- теоретического обоснования способов оценки показателей устойчивости;
- разработки методов количественного измерения показателей устойчивости, в том числе – формирования синтетического интегрального показателя устойчивости;
- разработки теоретических, научных и системотехнических принципов обеспечения гарантированного уровня устойчивости строительных предприятий в условиях неопределенности строительного производства;
- разработки метода и комплексной методики формирования системно-динамической структуры управления, обеспечивающей адаптивность системы управления к изменениям производственной загрузки и гарантированный уровень устойчивости строительного предприятия.
- методологии обеспечения гарантированной устойчивости.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Строительное предприятие, как любая сложная производственно-динамическая система, рассматривается в качестве системы взаимосвязанных контуров положительной и отрицательной обратной связи. Основной целеполагающей идеей такой системы является гомеостаз, т.е. достижение равновесия со средой как ключевой элемент выживания. В этом ключе рассуждают специалисты [2, 3, 4, 5, 6, 7], занимающиеся моделированием сложных динамических систем.

Динамический характер развития строительных компаний, диверсификация их деятельности, а также специфика строительной отрасли, заключающаяся в постоянном изменении объектов управления, ставят перед компаниями острую необходимость в тщательном контроле за эффективностью, как существующих структур управления, так и строительного производства.

Методологический подход к решению поставленной проблемы исследования заключается в дополнении системного подхода комплексным, предполагающим изучение и управляющей подсистемы, и управляемой подсистемы – строительного производства, как комплекса взаимосвязанных элементов (организационная структура, производственно-технические, технологические, трудовые ресурсы, снабжение, кооперация и др.) [8]. Таким образом, системный подход становится и комплексным и динамическим.

Под устойчивостью строительной системы понимается способность эффективно функционировать в изменяющихся условиях вероятностной конкурентной рыночной среды и неопределенности объемов (производственной загрузки) строительного производства (производственно-техническая, снабженческо-сбытовая, финансовая устойчивость и т. д.)» [9, 10].

В качестве основной гипотезы исследования определено следующее: обеспечение заданного уровня устойчивости строительной системы достигается за счет оперативной адаптации её к дестабилизирующим рискам. К таким рискам относятся [11, 12]: неритмичность производственной загрузки вследствие внешних факторов.

Технологические риски:

- нарушения графиков производства работ вследствие неправильных инженерных решений (низкий уровень организации труда, простои, аварии, переделки и т.п.);
- нарушения графиков производства работ вследствие некачественного выполнения работ (простои, аварии, брак, переделки и т.п.);

Организационные риски:

- существенные изменения проектных решений в процессе строительства;
- несвоевременное обеспечение проектной, технической документацией;
- нарушения графиков производства работ вследствие низкого качества взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса (субподрядных, подрядный, генподрядных организаций, заказчиков, проектировщиков, поставщиков);

- нарушения графиков производства работ вследствие несвоевременного поступления материально-технических ресурсов;

нарушения графиков производства работ вследствие сбоев управления строительным производством.

Конкретные случаи: поломка машин, механизмов, стихийные бедствия, погодные аномалии, забастовки и т.д.

На (рис. 1) наглядно отображена модель зависимости устойчивости производственно-динамической системы от влияния рисков и неопределенности строительного производства.



Рис. 1. Модель зависимости устойчивости производственно-динамической системы от влияния рисков и неопределенности строительного производства

РЕЗУЛЬТАТЫ

Заданный уровень устойчивости строительной системы достигается путем проведения необходимых организационно-технических мероприятий в целях оперативной адаптации системы управления строительным производством к динамике производственной загрузки (внешние риски) и компенсации влияния организационных, технологических (внутренние риски) и других рисков. Таким условиям хозяйствования соответствует концептуальная модель системно-динамической структуры управления строительным производством, базирующаяся на необходимости сохранения гарантированного минимума перманентной составляющей аппарата управления и линейного управленческого персонала, рациональной величины собственной производственно-технической, технологической и ресурсной базы, а также кооперации, позволяющей оптимизировать результаты деятельности и одновременно поддерживать производственный потенциал на рационально-необходимом уровне.

ВЫВОДЫ

Решение научной проблемы в предлагаемой постановке внесет вклад в развитие представлений о системном мышлении в области управления строительным производством и предприятием как единым целым. Позволит понять и измерить динамику производственных ситуаций, определить правила установления равновесия между строительным производством предприятия и его организационно-технологической структурой. Определить содержание, специфику и организационно-технологические механизмы управления структурой строительного предприятия – как объекта управления.

Поставленная, таким образом, научная проблема имеет важное социальное и производственно-хозяйственное значение для строительных предприятий и строительной отрасли России. Полученные в результате исследования новые знания о свойствах и характере изменения устойчивости строительных предприятий в условиях риска неопределенности производственной загрузки, научно обоснование принимаемых технических, организационных и управленческих решений внесут значительный вклад в развитие строительной отрасли, качественно повысят уровень организации и управления производственной деятельности строительных предприятий.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российский строительный сектор захлестнула волна банкротств: [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://krixis-kopilka.ru/archives/46393>: Дата обращения 08.06.2018.
2. Гусаков А.А., Системотехника строительства/ А.А. Гусаков.- М. : изд-во АСВ, 2004.
3. Чулков В.О., Казарян Р.Р. Системный подход к сертификации средств механизации ручного труда и транспортирования строительных грузов и конструкций. - Промышленное и гражданское строительство. 2009, N. 2. С. 58.
4. Гинзбург А.В., Баранова О.М., Блохина Н.С., Волков А.А., Гаряев Н.А., Гинзбург В.М., Игнатов В.П., Игнатова Е.В., Истомин Б.С., Каган П.Б., Китайцева Е.Х., Куликов В.Г., Синенко С.А. Системы автоматизации проектирования в строительстве. Москва, 2014.
5. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Морозенко А.А. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве.-М.: Изд-во АСВ, 2008.
6. Топчий Д.В. Формирование информационно-интегрированной системы управления проектом при проведении репрофилирования промышленных объектов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, N 6 (2017).
7. Dmitriy Topchiy and Andrey Tokarskiy Formation of the organizational-managerial model of renovation of urban territories, 2018 Matec Web Conf. 196. 04029 <https://doi.org/10.1051/matecconf/201819604029>.
8. Azariy Lapidus, Ivan Abramov, Systemic integrated method for assessing factors affecting construction timelines. MATEC Web of Conferences 193, 05033 (2018) <https://doi.org/10.1051/matecconf/201819305033>.
9. Абрамов И.Л. Системно-комплексный подход к совмещению смежных производственных процессов Наука и бизнес: пути развития. 2018. № 2 (80). С. 6-9.
10. Лapidус А.А., Абрамов И.Л. Системно-комплексный метод реализации строительных проектов - Наука и бизнес: пути развития №10(76) 2017г. С 39-42.
11. СП 246.1325800.2016 Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений.
12. https://studopedia.su/10_110749_analiz-vipolneniya-plana-vvoda-v-deystvie-obektov-stroitelstva.html.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А.А. Лapidус¹, А.Н. Макаров²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (lapidus58@mail.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (anmakarof@yandex.ru)

Аннотация

Процесс принятия организационно-технологических решений в строительстве нуждается в разработке инструментов, позволяющих оптимально воздействовать на производственный процесс на всех его стадиях для сохранения основных показателей строительства (стоимость, качество, продолжительность, безопасность и другие) внутри допустимых границ. Одним из основных подходов к созданию таких систем является разработка алгоритмов, способных предсказывать изменения основных технико-экономических показателей строительного процесса по принятым организационно-технологическим решениям. Данная работа посвящена разработке такой системы для организации строительства кровельных конструкций жилых многоэтажных зданий. В качестве математической модели построена искусственная нейронная сеть прямого распространения сигнала, использующая сигмоидальную функцию активации, функцию Хевисайда и софтмакс-функцию. Произведено обучение сети на выборке, извлеченной с помощью научного наблюдения за строительным производством кровельных конструкций в рамках жилищного строительства в Москве. Обученная система способна прогнозировать качество и продолжительность строительства по принятым организационно-технологическим решениям, что подтверждено низкой ошибкой сети на контрольных данных, не участвующих в обучении модели.

ВВЕДЕНИЕ

Организация и управление строительством, как и любой крупной производственной системой, требует внедрения новых технологий, способных контролировать процесс принятия организационных решений, управлять рисками, прогнозировать развитие строительного процесса по основным критериям. Разработка данных средств обеспечит высокую эффективность строительного производства, уменьшение себестоимости и продолжительности строительства. Для успешного создания таких систем необходимо использовать передовые разработки различных научных сфер, в первую очередь информатики, робототехники, кибернетики. В том числе поэтому разработка систем управления строительным производством должна строиться по принципам системотехники строительства [1].

Строительство многоэтажных жилых зданий, также как и промышленных объектов, представляет собой сложную и масштабную систему, формализация которой согласно системному подходу должна начинаться с ведущих строительных процессов: земляные работы, возведение несущих и ограждающих конструкций, прокладка инженерных сетей, монтаж фасадных и устройство кровельных конструкций. Данная работа посвящена разработке системы поддержки принятия организационно-технологических решений при проектировании и строительстве кровельных конструкций жилых многоэтажных зданий. Для оценки принятых организационно-технологических решений (ОТР) используется термин организационно-технологический потенциал (ОТП) [2], показатель прогнозирующий эффективность принятых ОТР на основании комплексной оценки организационно-технологических факторов (ОТФ) строительного процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Формализация объекта исследования производилась по двум основным критериям строительного процесса – качество и продолжительность. С помощью системного анализа была выделена структура объекта исследования, которая была уточнена по результатам проведения анкетных опросов экспертов строительной отрасли. Сокращение размерности полученной системы произведено с помощью метода анализа иерархий Саати.

Для построения математической модели объекта исследования использована методология искусственных нейронных сетей (ИНС). Данная методология успешно используется для решения различных прикладных задач [3, 4], а также возможность ИНС самостоятельно обучаться делает данную технологию одним из приложений к развитию искусственного интеллекта. На основании структуры, полученной на первом этапе исследования, построена ИНС прямого распространения сигнала, изображенная на рис. 1.

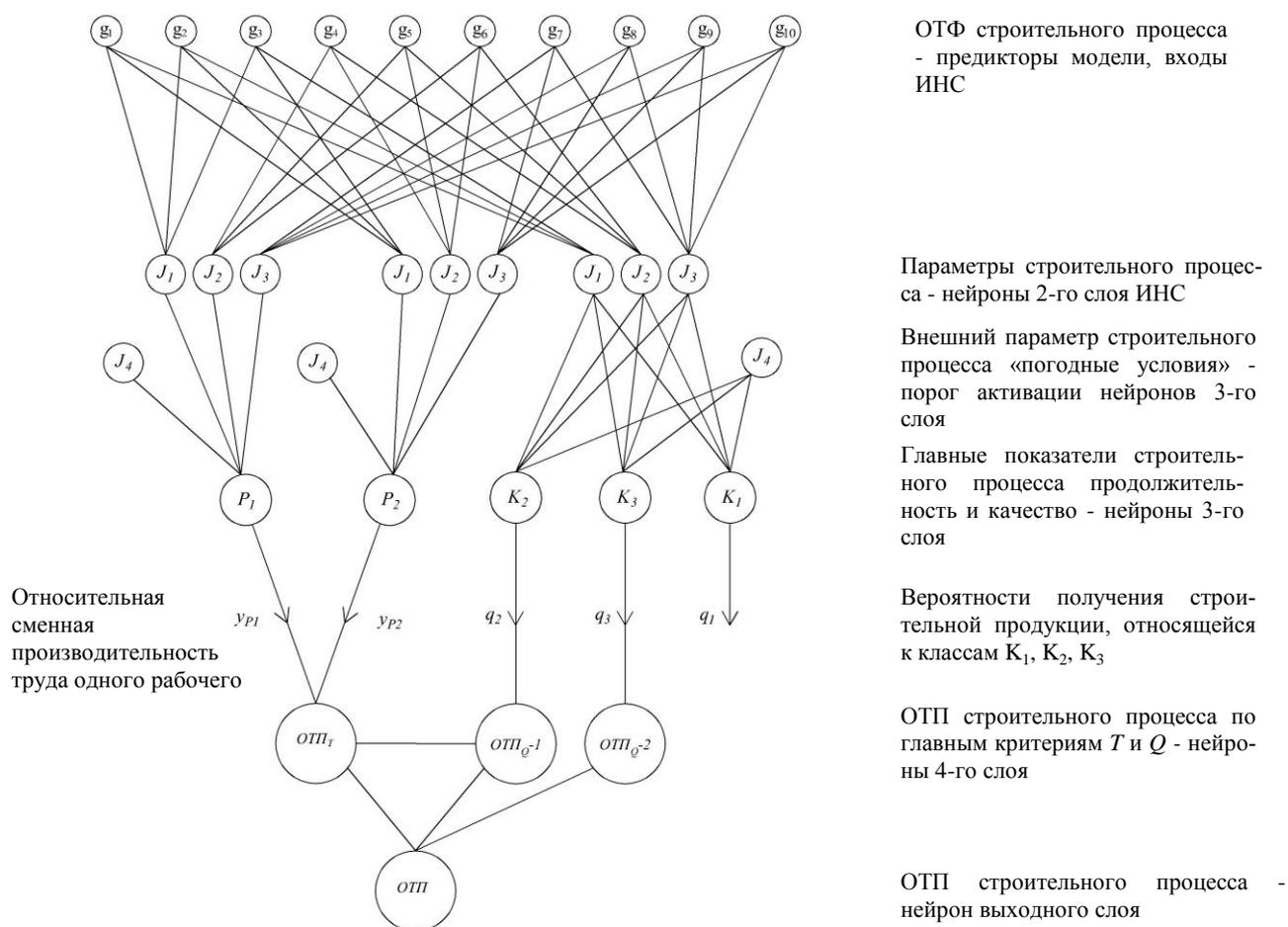


Рис. 1. Искусственная нейронная сеть объекта исследования

В различных нейронах ИНС используются следующие функции активации: сигмоидальная, софтмакс-функция, функция Хевисайда. Пороговое значение нейронов всех слоев кроме 3-го равно 0. Сумма весовых коэффициентов связей, приходящих на один нейрон, равно 1.

Для обучения разработанной ИНС использованы инструменты машинного обучения: алгоритм обратного распространения ошибки [5], технологии бутстрэп [6] и бэггинг [7]. Обучение ИНС ведется по прецедентам. Для извлечения обучающей выборки автором проведено научное наблюдение за устройством кровли 11-этажного жилого дома в Москве в рамках осуществления строительного контроля со стороны генерального подрядчика. В ито-

ге получена репрезентативная выборка длиной 854 прецедента. Для интерпретации работы и обучения созданной ИНС разработана программа для ЭВМ [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обучение производилось трех ИНС: первые две по критерию «продолжительность» прогнозируют сменную производительность труда относительно нормативного значения по двум главным производственным потокам (конструкция кровли до стяжки, включительно, и гидроизоляционные работы), третья – по критерию «качество» прогнозирует вероятность получения строительной продукции одного из трех заданных уровней качества (брак, значительные дефекты, незначительные дефекты).

Полученная выборка была разбита на две части (обучающая и контрольная). Из массива обучающей выборки с помощью операции бутстрэп формировались отдельные бутстрэп-выборки, по которым происходило обучение ИНС. Обучение на одной бутстрэп-выборке (1 цикл) велось до достижения низких значений средней квадратической ошибки на контрольной выборке (MSE_{test}). Далее ИНС снова обучалась на другой бутстрэп-выборке (2 цикл), затем результаты двух обученных таким образом ИНС усреднялись и проводился расчет MSE_{test} . На рис. 2 отражена динамика изменения MSE_{test} от количества циклов обучения для 3-ей ИНС.

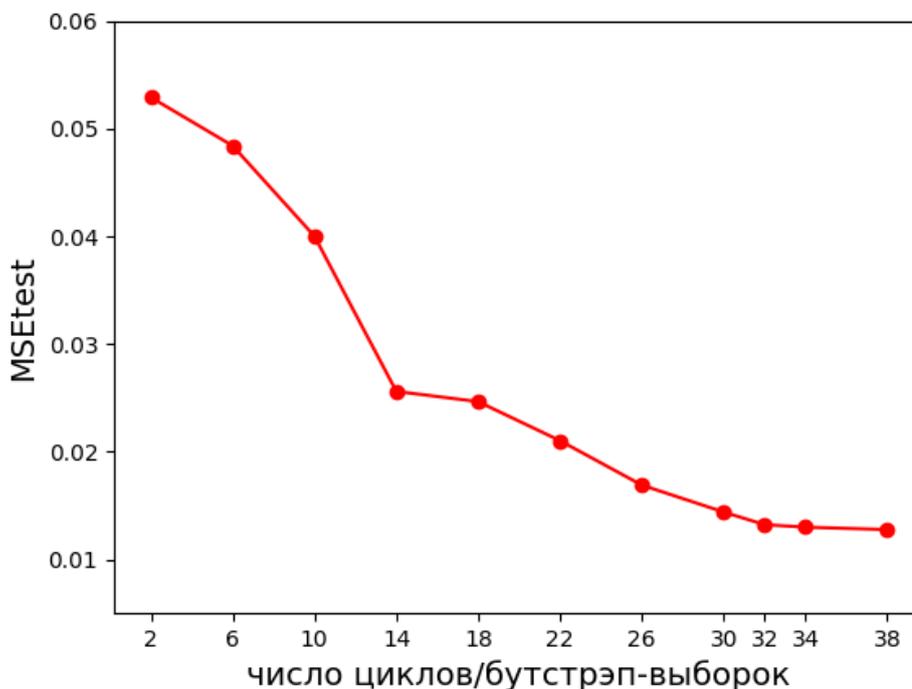


Рис. 2. Сходимость средней квадратической ошибки обученной ИНС на контрольной выборке (3-я ИНС по критерию «качество»)

Была произведена проверка качества обучения ИНС с помощью метода 10-кратной перекрестной проверки, заключающегося в разбиении выборки на 10 равных частей, последовательном обучении модели на первых 9 частях выборки и проверке на оставшейся 10 части выборки, затем обучении модели снова на 2-10 частях выборки и проверке на 1 части и так далее. Таким образом по технологии, описанной выше, были обучены 10 моделей и проверены каждая на своей контрольной выборке с расчетом средней квадратической ошибки (MSE_{cross}) для всех 10 моделей. Результаты приведены на рис. 3.

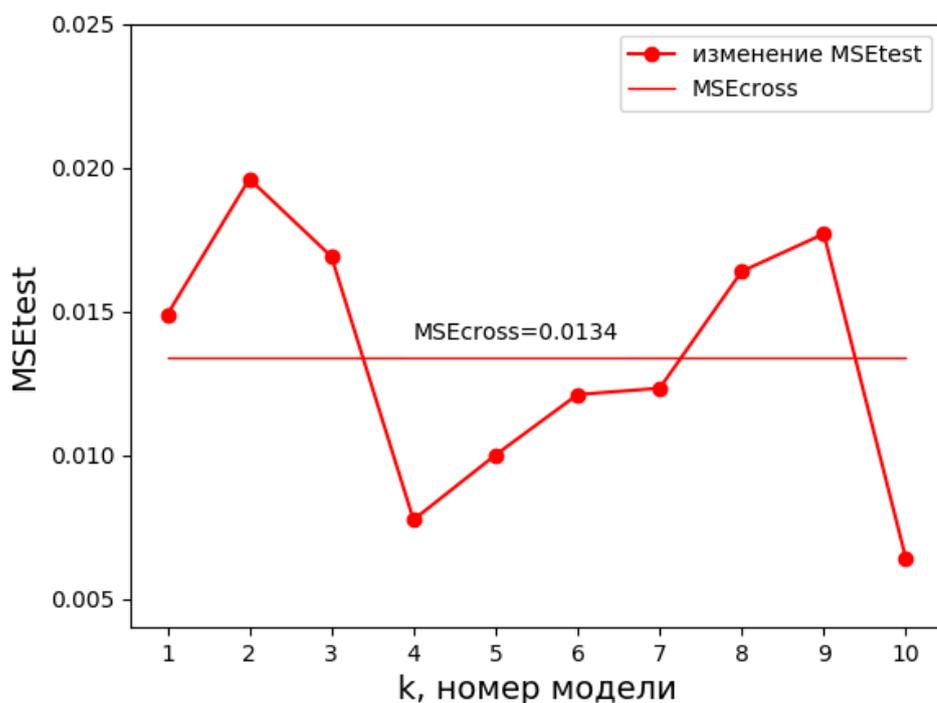


Рис. 3. Проверка обучения ИНС по методу 10-ти кратной перекрестной проверки (3-я ИНС по критерию «качество»)

Аналогично было проведено обучение ИНС по критерию «продолжительность».

ВЫВОДЫ

В результате обучения ИНС по критерию «качество» зафиксирована средняя квадратическая ошибка на контрольных данных, не участвующих в обучении модели, равная 0,0134, что соответствует ошибке равной 0,12. Таким образом обученная ИНС по принятым ОТФ может прогнозировать вероятность получения строительной продукции одного из трех классов (брак, значительные дефекты, незначительные дефекты) с ошибкой 0,12. Обученная ИНС по критерию «продолжительность» может достоверно прогнозировать сменную производительность одного рабочего относительно ее нормативного значения по производственному потоку с ошибкой 0,21.

Такой инструмент позволит определять наиболее рациональный состав ОТФ на этапе планирования строительства, а также регулировать строительный процесс во время производства таким образом, чтобы избежать получения брака строительной продукции или просрочки ее производства. Разработанный инструмент будет иметь явный экономический эффект за счет достижения запланированных показателей строительного процесса без дополнительных затрат на устранение дефектов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гусаков А. А. Системотехника строительства // М.:Стройиздат. 1983. 4-е изд. 2004. 368 с.
2. Ланидус А.А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта // Вестник МГСУ. 2014. №1. С. 175-180.
3. D. Crivelli, M. Guagliano, A. Monici. Development of an artificial neural network processing technique for the analysis of damage evolution in pultruded composites with acoustic emission // Composites Part B: Engineering. 2014. vol. 56. pp. 948-959.

4. *W.Z. Taffese, E. Sistonen.* Neural network based hygrothermal prediction for deterioration risk analysis of surface-protected concrete facade element // *Construction and Building Materials*. 2016. vol. 113. pp. 34-48.
5. *Rumelhart D.E., J.L. McClelland.* eds. *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition* // Cambridge, MA: MIT Press. 1986. vol. 1.
6. *B. Efron.* Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife // *The Annals of Statistics*. 1979. vol. 7. no. 1. pp. 1-26.
7. *L. Breiman.* Bagging predictors // *Machine Learning*. 1996. vol. 24. pp. 123-140.
8. *А.А. Ланудус, А.Н. Макаров.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017662846 от 17.11.2017. Искусственная нейронная сеть для оценки и прогнозирования строительства кровельных конструкций // Заявитель и правообладатель НИУ МГСУ.

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

К.Ю. Лосев

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (LossevKY@mgsu.ru)*

Аннотация

Статья посвящена рассмотрению термина "киберфизические системы" в применении процессам проектирования, являющихся частью жизненного цикла объекта строительства. Рассматриваются вопросы соответствия традиционной модели киберфизических систем при информационной поддержке процессов архитектурно-строительного проектирования и информационного моделирования. Анализируется общая модель киберфизических систем. Предлагается деление киберфизических систем в строительной отрасли на два типа, связанных с технологиями объекта строительства и с физическими процессами объекта строительства.

Ключевые слова: киберфизические системы, CASE-средства, жизненный цикл, объект строительства, информационная модель

ВВЕДЕНИЕ

Как следует из названия, термин «киберфизические системы» восходит к кибернетике - науке о общих закономерностях процессов управления и передачи информации в различных системах, включая биологические, технические и общественные.

Основоположник кибернетики Н. Винер определял кибернетику как науку об управлении и связи в живом и машине [1].

Направления внутри кибернетики, разделившие к концу 60-х годов XX века эту науку на теоретическую и прикладную, позволяют отнести киберфизические системы в строительстве к прикладной кибернетике, иначе к кибернетике второго порядка, исследующей природу физико-биологического познания и ориентирующей на наблюдателя технических, природных и общественных феноменов. Таким наблюдателем в проектно-строительной сфере может являться как проектировщик или строитель, так и пользователь продукции строительной отрасли. В свою очередь, продукция строительной отрасли целостно присутствует в объекте строительства (ОС).

Термин «киберфизические системы» (cyber-physical system - CPS) является достаточно новым не только для проектно-строительной, но и для сферы информационных систем вообще. Считается, что термин был введен в научно практический оборот не ранее 2006 года исследователем Хелен Гилл из американского Национального Научного Фонда (NSF). Исследователь Э. Ли определяет «киберфизические системы» (КФС) как «взаимодействие (orchestration) компьютеров и физических систем», где компьютеры (интегрированные в материальные объекты физических систем) отслеживают и управляют физическими процессами, в большинстве случаев с помощью циклов обратной связи, где физические процессы влияют на вычисления и наоборот [1].

Также КФС определяются как модифицирующие технологии управления взаимосвязанными системами на базе их физических активов и вычислительных возможностей [3]. КФС приводят к объединению физических процессов на производстве или других процессах, требующих практического взаимодействия при непрерывном управлении в режиме реального времени с программно-электронными системами в информационной поддержке жизненного цикла ОС.

В опубликованном в 2015 году Национальным институтом стандартов и технологий США проекте «Framework for Cyber-Physical Systems» дается следующее определение КФС:

«умные системы, включающие интерактивные инженерные сети из физических и вычислительных элементов» [4].

КФС сегодня присутствуют в автомобилях, производственных станках, в медицинских приборах, военном оборудовании, в системах: обеспечения безопасности жизнедеятельности, управления всех видов транспорта, электроэнергетики и энергосбережения, управление активами, дистанционных робототехнических услуг (телепрезентации, телемедицина) и других.

В проектно-строительной сфере применение КФС появилось в системах ОВК (отопления, вентиляции и кондиционирования) [1].

В 2017 году А.А. Волков ввел в научный оборот определение КФС в строительстве: «кибернетическая строительная система - конечное множество функциональных компонентов (элементы, объекты, комплекс строительства, вычислительные ресурсы, интегрированные во включенные физические процессы) и отношений между ними, выделенное в соответствии с определенной целью в рамках определенного временного интервала» [5].

Теоретические обоснования КФС построены на моделях систем, что является современной тенденцией в общенаучных и инженерных дисциплинах.

В инженерно-строительных дисциплинах также широко оперируют понятием модель, в частности, прочно входит в отрасль термин «информационная модель» (ИМ) объекта строительства [6, 7, 8].

Потребность рассматривать объекты строительства в контексте их жизненного цикла (ЖЦ) возникла в строительной отрасли с принятием в 2009 году Технического регламента о безопасности зданий и сооружений ФЗ-№ 384 (ст. 3, п. 2).

Необходимость поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства было закреплено в 2014 году Приказом № 926 / пр. Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации.

Рассмотрение ИМ в ЖЦ ОС законодательно определилась только в 2016 году с вводом в действие двух первых Национальных стандартов Российской Федерации ГОСТР 57310-2016 и 57311-2016 по информационному моделированию в строительстве.

Какие бы модели ни рассматривались в качестве ЖЦ ОС, процессы проектирования ОС присутствуют в этих моделях в виде стадий, этапов или состояний [9].

Проектирование ОС связано с порождением виртуального объекта, который, следуя традиции, называется сегодня информационная модель объекта строительства (ИМ ОС) и не имеет прямой обратной связи в реальном режиме времени от явных физических (природных) процессов и физических систем, снимающих показатели с данных процессов. Возникает вопрос, какие особенности имеют КФС, обеспечивающие процессы проектирования, и насколько они соответствуют вышеуказанным определениям КФС.

МЕТОДЫ

Анализ теории КФС позволяет выявить две подсистемы, которые составляют КФС: «физическая область» (physical domain) и «кибернетическая область» (cyber domain).

Физическая область включает в себя природно-физические процессы и структуру КФС как таковую, то есть к физической области можно отнести и людские ресурсы.

Кибернетическая область включает в себя составляющие вычислительных процессов и процессов сетевого обмена информацией. В общем случае измерения происходящих физических процессов передаются через сетевые процессы в вычислительную подсистему для оценки этих измерений. На основе оценки данных, контроллер посылает сигналы на исполнительные механизмы, установленные в структуре КФС, чтобы, если необходимо, изменить текущие настройки КФС [10]. В перспективе КФС будут создаваться и внедряться как полностью интеллектуальные системы [11].

Такая двойственность КФС в приложении к предметной области строительства или эксплуатации или демонтажа не вызывает вопросов, так как эти процессы тесно связаны с материальным (физическим) воплощением ОС и измерением реальных (не виртуальных) физических процессов, связанных с материальным ОС.

Но в приложении к предметной области проектирования первичная двойственность КФС получает дополнительную двойственность: традиционные измерения физических процессов здесь присутствуют в виде документов (технические условия, строительные правила, санитарно-гигиенические нормы и пр.).

Основные процессы стадии ЖЦ ОС «Проектирование» связаны с созданием и изменением в реальном режиме времени виртуального объекта - ИМ ОС, но не с созданием или управлением материальным ОС в реальном режиме времени. На первый план здесь выходят КФС, измеряющие коллективную человеческую деятельность, отношения и средства обеспечения этой деятельности: методические, системотехнические, информационные, организационные, программные, лингвистические.

Традиционные КФС также присутствуют в проектировании, обеспечивая вторичный контур информационной поддержки: 3D-печать, оборудование информационной безопасности, облачное хранение и синхронизацию данных, дополненную реальность и другие.

Учитывая, что основатель кибернетики Н. Винер разделял понятия материя, энергия и информация, можно определить КФС, специфичные для стадии ЖЦ ОС «Проектирование» как КФС типа «технология ОС», в определенном смысле «кибер-информационные системы», которые оперируют виртуальной реальностью в реальном режиме времени внутри той же модели, в которой традиционные КФС типа «объект строительства» оперируют измерениями физических процессов реального ОС.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании кибернетического подхода и соответствующей методологической несводимости информационных процессов к физическим (материальным) процессам выдвинута гипотеза о доминировании в процессах проектирования ОС специфического типа КФС, оперирующих виртуальной реальностью в реальном режиме времени согласно модели традиционных КФС.

Для проектно-строительной предметной области предложено структурировать КФС на два типа: «технология объекта строительства» и «объект строительства». Обобщенно можно сопоставить специалистов в области строительства с целевой группой КФС «объект строительства», а специалистов в области проектирования (информационного моделирования) с целевой группой КФС «технология объекта строительства».

ВЫВОДЫ

1. КФС для жизненного цикла объекта строительства могут быть структурированы на КФС типа «технология объекта строительства» и на традиционные КФС типа «объект строительства».

2. КФС стадии ЖЦ ОС «Проектирование» имеют структурные особенности в сравнении КФС других стадий жизненного цикла.

3. Главная структурная особенность КФС стадии ЖЦ ОС «Проектирование» состоит в том, что физические процессы в подсистеме «физической области» КФС ориентированы преимущественно на человеческую деятельность, отношения и средства обеспечения этой деятельности: методические, системотехнические, информационные, организационные, программные, лингвистические.

4. Определение требований к современным КФС типа «технология объекта строительства» является научной задачей, требующей дополнительных исследований и решения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Lee E.A.* The Past, Present and Future of Cyber-Physical Systems: A Focus on Model Cheng AMK, ed. // *Sensors* (Basel). Vol. 15(3), March, 2015, 4837-4869.
2. *Винер Н.* Кибернетика или управление и связь в животном и машине, 2-е изд., М.: Советское Радио, 1968.
3. *Куприяновский В. П., Аленков В. В., Степаненко А. В. и др.* Развитие транспортно-логистических отраслей европейского союза: открытый bim, интернет вещей и киберфизические системы // *Научный журнал «International Journal of Open Information Technologies»* 2018, С. 54-100.
4. Framework for Cyber-Physical Systems. // National Institute of Standards and Technology Release 0.8. September. 2015 [Электронный ресурс] URL: https://s3.amazonaws.com/nist-sgcps/cpspwg/pwgglobal/CPS_PWG_Draft_Framework_for_Cyber-Physical_Systems_Release_0_8_September_2015.pdf (дата обращения: 18.08.2018).
5. *Волков А. А.* Кибернетика строительных систем. Киберфизические строительные системы // *Промышленное и гражданское строительство*. 2017. № 9. С. 4-7.
6. *Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю., Волков А.А.* Информационная поддержка жизненного цикла объектов строительства // *Вестник МГСУ*, 2012 №11 – с. 253–258.
7. *Лосев К.Ю.* Пропорции семантической информации на этапе проектирования в жизненном цикле объекта строительства // *Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ»* Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/PDF/182TVN617.pdf> (дата обращения: 18.08.2018).
8. *Лосев К.Ю.* Создание и внедрение технологии управления жизненным циклом объектов строительства // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. №11. С.67-70.
9. *Лосев К.Ю.* Состав данных для информационной поддержки строительного объекта в его жизненном цикле // *Сборник материалов Международной научной конференции "Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании"* — М.: Изд-во МГСУ. 2017. С.441-444.
10. *Sanfelice R.G.* Analysis and design of cyber-physical systems: A hybrid control approach, In: Rawat, D.B., Rodrigues, J.P.C. & Stojmenovic, I. (eds.), 2016. *Cyber-physical systems: from theory to practice*, Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2016.
11. *Legatiuk D., Smarsly K.* An abstract approach towards modeling intelligent structural systems, *Proceedings of the 9th European Workshop on Structural Health Monitoring July 10-13, 2018, Manchester, United Kingdom*, 2018.

НАБОР ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЙ К ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

К.Л. Лошкарева¹, Д.В. Яценко²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (loshkareva.kl@gmail.com)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (1440470@bk.ru)

Аннотация

В статье описаны требования к качеству данных, которые необходимы для безошибочной работы приложений строительной организации, для построения и последующего совершенствования единого информационного пространства. В работе сформулированы требования к обмену данными между информационной системой и транспортной шиной, требования к качеству данных и организации приема и передачи этих данных внутри информационных систем, а также сформированы требования к интегрированной информационной системе.

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве строительных компаний информационная структура подвержена многочисленным преобразованиям. В итоге представление о будущем системы, определение дальнейшего пути организации, методов и планов ее развития, позволяющие оценить необходимые ресурсы, являются разнородными.

В настоящее время невозможно представить ни одну успешную строительную компанию, которая не использует информационные технологии. При этом имеет большое значение интеграция и единство информационных систем и приложений, нежели автоматизация какого-то бизнес-процесса или функции отдельно. Можно отметить следующие моменты важности вопроса интеграции информационных систем:

- Чтобы продуктивно использовать распределенные данные, необходимо организовать продуктивный сбор, синхронизацию и использование подходящей информации в масштабах строительной компании.
- Необходимость обеспечения работоспособности бизнес-процессов, которые затрагивают деятельность разных отделов строительной организации и сторонних компаний
- Следует обеспечить корректную работу унаследованных систем для поддержки изменений бизнеса.

Следовательно, интеграция различных приложений и систем становится острым вопросом развития инфраструктуры информационных технологий. Для благополучного роста строительной компании важно создать инфраструктуру с интеграцией всех ее коммуникационных, вычислительных и информационных ресурсов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Благодаря интеграции систем обеспечиваются следующие плюсы строительной организации: управление процессами строительной компании в режиме онлайн с использованием событийно-управляемых сценариев; владение подлинной и вовремя полученной информацией.

Суть интеграции в обеспечении полного, корректного и точного обмена данными среди разных приложений. Для корректной работы систем интеграции необходимо обеспечить работоспособность следующих составляющих: e-business; управление логистическими цепями; управление CRM-системами; внедрение ERP; самообслуживание клиентов; BI-технологии; менеджмент знаний; технологии распределенной обработки данных (DDP); аутсорсинг бизнес-процессов.

Перечислим основные бизнес-выгоды, которые может получить предприятие, в случае успешной реализации интеграционного проекта: улучшение качества поддержки клиентов, увеличение скорости обслуживания клиентов; автоматизация бизнес-процессов; уменьшение производственного цикла; сокращение количества ошибок обработки данных; открытость процессов; экономичность транзакций; повышение эффективности логистических процессов; улучшение партнерских отношений; увеличение скорости внедрения новых бизнес-сервисов; обеспечение вложений в ИТ-системы.

Нужно точно сформулировать условия к данным системы и их передаче для корректной работы среди различных информационных систем.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Требования к организации обмена данными

Ядро системы обмена информацией представлено в виде Системы синхронизации данных (ССД). ССД отвечает за обмен информацией (за ее согласованность и своевременность).

Участники обмена - это ресурсы организации, информация, содержащаяся в структурированной форме, подходящей для алгоритмической обработки (базы данных, информационные системы, услуги, ресурсы файла, и т.д.).

Каждый участник обмена может действовать как источник или потребитель некоторой информации, переданной посредством ССД.

Участники обмена взаимодействуют с ССД через адаптеры. Транспортная шина (ТШ) является частью ССД и действует как транспорт для данных, переданных через ССД. ТШ предоставляет гарантируемую доставку данных адаптеру и контроль форматов, переданных данных. ТШ осуществляет механизм разновременного обмена сообщениями.

Сообщение - самая маленькая единица информации, которая может быть передана через ССД. Сообщение – это оболочка для передаваемых данных. Передача данных через ССД отрегулирован Альбомом форматов. При взаимодействии участников обмена должны использоваться аппаратный маршрутизатор передачи данных.

Следующие варианты передачи данных поддерживаны в среде ССД: по факту их создания, изменения в источнике; по инструкциям; по запросу.

Передача данных получателем может быть статической или динамической.

Управление обменом данными в ССД выполнено путем изменения модели интеграции (ряда правил/сценариев и форматов взаимодействия, интегрируемых ИС в среде ССД). Модель интеграции может иметь несколько версий. В каждый момент времени может быть только одна версия интеграции модели. Следующая версия модели интеграции сформирована администратором ССД на основе версии Альбома форматов.

Модель интеграции соотносит модели данных сторон обмена с моделью данных предприятия.

Требования для организации обмена данными

ССД передает данные в сообщениях. Сообщение – транспортная единица для передачи информации, состоящая из заголовка и тела. Тело сообщения передает сами данные. Заголовок сообщения содержит параметры, которые отвечают за транспортные и другие сервисные особенности сообщения. Размер данных, переданных в одном сообщении в байтах, если это возможно, не должен превышать 20 МБ. Ограничения на размер переданных данных могут быть изменены в значительной степени, учитывая производительность строительной компании и интенсивность обмена.

Описать структуру данных, переданных через ССД, можно Альбом форматов.

Альбом форматов

Альбом форматов определяет: сущности (список и форматы информационных объектов обмена); список участников и таблицу маршрутизации.

Сущность характеризует тип информационного объекта и состоит из ряда признаков. Признаки сущности классифицированы. Каждый признак может содержать значения или может быть ссылкой на другую копию.

Сущности бывают: транзакционные (относящиеся к информационным объектам, содержащие данные по фактам событий, которые проходят в реальном мире (например, документы)); справочные, к которым относятся информационные объекты, содержащие информацию об объекте (например, справочники, определители, нормы).

Сущности могут быть: простыми - состоят только из признаков; комплексные - включают не только признаки, но также подчиненные сущности.

Субъекты простой сущности могут быть переданы в одном сообщении. Субъекты составной сущности переданы по одному в сообщении.

У сущности должны быть по крайней мере один источник и один или несколько приемников: источники – участники обмена, в которых созданы (изменены) копии этой сущности; приемники – участники обмена, куда передаются субъекты сущности для использования без изменений.

Описание сущностей, переданных через ССД, должно быть выполнено в Альбоме форматов в следующей форме: имя; латинское имя (для представления в xml); источники субъектов этой сущности; приемники субъектов этой сущности; описание предназначения.

Описание формата признаков сущности должно быть выполнено в Альбоме форматов в следующей форме: имя; латинское имя (для представления в xml); тип значений признака; ограничение значения признака; пример (примеры) признака; обязательность признака; описание предназначения.

Признаки сущности могут быть: обязательными – ценность признака всегда должна присутствовать в субъекте сущности; не обязательными - ценность признака может отсутствовать в субъекте сущности; условно обязательными – признак должен всегда присутствовать в существующей структуре, но не может иметь значения или иметь значение по умолчанию, определенных Альбомом форматов.

Любой признак сущности может присутствовать как существенная часть только в единственном числе.

Сущности Альбома форматов не должны быть дублированы по признакам и могут быть расширены относительно атрибутивной структуры.

В ССД для идентификации субъектов сущностей главный ключ (GUID). Главный ключ - обязательный признак любой сущности и принадлежит к системным признакам.

Если в основе сущности несколько ИС, действует следующее правило: основой каждого субъекта является только одна система.

Если в основе сущности только одна система, а в основе другой – другая, ее необходимо разбить на две.

Описать методы и правила обмена данными между ИС строительной компании возможно Альбомом сценариев.

Альбом сценариев

Альбом сценариев определяет правила обмена сущностей Альбома форматов между информационными системами.

Альбом сценариев должен быть сделан так, чтобы обеспечить надежную синхронизацию условий субъектов сущностей между участниками обмена.

В каждой системе у информационного объекта (ИО) есть предопределенный жизненный цикл – граф перехода между состояниями. Жизненные циклы того же самого ИО в каждой системе могут отличаться.

Альбом сценариев должен включать: определитель состояний – список условий ИО в каждой из систем, включенных в обмен; определитель операций – список допустимых направлений переходов ИО от одного состояния к другому в каждой системе; матрица соот-

ветствия – определяет и сравнивает последовательности позволенных переходов между условиями ИО в системном источнике и приемниках систем.

Для упрощения матрицы соответствия рекомендуется построить сценарии из обмена со многими потребителями в пошаговую цепь с одним потребителем.

Требования к преобразованию данных

Источник данных выводит данные в формате Альбома форматов и в объеме признаков, достаточных для всех его потребителей. Если потребитель не может принять данные в такой форме, то такие данные могут быть преобразованы к необходимому формату или на стороне приемника, или на стороне ССД.

Требования к преобразованию данных на стороне ССД:

- преобразование выполнено по данным в формате XML;
- значение признаков сущности в результате преобразования остается неизменным, но возможно объединение значений признаков и их разбиение;
- любые изменения форматов, представленных в виде символьных признаков сущностей не должны приводить к изменению этих значений;
- вычисления по данным с округлением значений недопустимы.

Требования к соотношению данных

Соотнесение субъектов одной и той же сущности для различных участников обмена выполнено по главному ключу или по второстепенному ключу. Главные ключи должны быть сохранены на стороне ИС, или на стороне адаптеров участников обмена.

В случаях, когда такое хранение невозможно, соотнесение местных идентификаторов субъектов сущности с их главными ключами должно быть выполнено через Матрицу стыковки компании. Взаимодействие с Матрицей стыковки обеспечивает Адаптер.

Требования к форматам кодирования данных

Данные для передачи должны быть представлены в языковом формате XML.

Структура XML данных должна состоять из двух уровней. Первый уровень – сущности, второй – признаки сущности. По правилам XML должен быть один корневой признак. С этой целью эти сообщения расположены в xml-пакете.

Для представления многоуровневой структуры ИО предметной области в виде двухуровневой структуры, все данные должны быть представлены xml-структуре отдельными сущностями от двухуровневой структуры.

Для каждой сущности Альбома форматов создана схема XML в формате XSD. Структура сущности, типы признаков и ограничения для ценностей признаков должны совпадать со спецификацией XSD. Контроль существенного формата сущности выполнен на стороне ТШ путем проверки пакета данных по соблюдению схемы XML во время отправки сообщения. Если такой контроль не достаточен, дополнительный контроль данных может быть организован на стороне Адаптера получателя.

ССД налагает следующие требования к формату основных типов данных.

Время – формат представления времени должен включать дату и соответствовать ISO 8601.

Требования к режимам функционирования

Адаптер должен гарантировать функционирование в следующих режимах: нормальный; сервисный; чрезвычайная ситуация.

В нормальном режиме Адаптер должен функционировать 24 часа 7 дней в неделю при условии правильного функционирования программы технических средств сервера, на котором установлено ПО Адаптера.

Сервисный режим предназначен для управления эксплуатацией Адаптера. Переход к сервисному рабочему режиму Адаптера и возвращение из него выполняются запросами от ТШ.

Только в сервисном режиме сервисные сообщения передаются Адаптеру, а сообщения с данными копятся в ТШ.

В режим чрезвычайной ситуации Адаптер должен переключиться самостоятельно, если ТШ недоступна.

В чрезвычайной ситуации:

- прием и отправка сообщений адаптера не производятся;
- адаптер сигнализирует о переходе в режим чрезвычайной ситуации.

Сценарии, протоколы и форматы взаимодействия адаптера с ТШ в различных рабочих режимах описаны в Справочнике по API ССД.

Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение Адаптера должно быть разработано на технологии веб-сервиса REST или WCF. Обслуживание адаптера должно функционировать в среде Microsoft Internet Information Server не ниже версии 7.0, при необходимости, использовать Microsoft NET Framework не ниже версии 4.0.

Требования к интегрируемой системе

Любая информационная система должна соответствовать следующим требованиям:

1. Поддерживать по крайней мере один из перечисленных механизмов интеграции.
2. Наличие событийных программных механизмов, позволяющих надежно отслеживать и фиксировать время события изменения данных на физическом или логическом уровнях ИС с возможностью хранить и обрабатывать такую информацию на стороне своей СУБД или сервера приложений, или возможность разработать такие механизмы в собственной среде разработки.
3. Возможность назначать и хранить на стороне своей СУБД внешние уникальные идентификаторы типа Guid сопоставленные с собственными локальными уникальными идентификаторами в части интегрируемых данных.
4. Зарегистрированное описание физической или логической модели данных ИС в части интегрируемых данных.

Требования к изменениям В процессе эволюции информационной среды инфраструктуры строительной компании интеграции информационных систем должны быть адаптированы к изменениям: список, структура и форматы переданных данных, сценарии обмена данными, модели информационных систем, вовлеченных в интеграцию бизнес процессов, автоматизированных посредством ИС.

ВЫВОДЫ

Для каждой современной строительной компании использование интеграционных технологий является важной составляющей и обеспечивает ряд конкурентных преимуществ.

В связи с развитием различных используемых систем неизбежен рост и усложнение интеграционных проектов, таким образом от ИТ-специалистов требуется умение принимать мотивированные решения по вопросам, связанным с организацией взаимодействия унаследованных приложений.

В любом случае, при необходимости разработки оптимальной интеграционной стратегии необходимы знания технологий и стандартов удаленного взаимодействия систем, кроме того перечень конкретных запросов к качеству данных их обмена внутри строительной компании.

В этой работе были описаны требования к качеству данных, обрабатываемых информационными ресурсами строительной компании, необходимое для создания объединенных отчетов, анализа и составления прогнозов производства и служб по обеспечению.

Требования, описанные в работе, могут использоваться для строительства и дальнейшего развития общего информационного пространства строительной компании. Это позволит обеспечить, единое централизованное управление и контроль потоков информации и функциональных услуг в информационной среде строительной компании.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Яценко Д.В., Волков А.А.* Анализ состояния и методы совершенствования информационного обеспечения задач управления в строительной отрасли // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности XXI Международная научная конференция: сборник материалов семинара «Молодежные инновации». 2018. С. 93-96.
2. *Яценко Д.В.* Интеграция система управления в строительном производстве, как один из факторов повышения эффективности работы организации // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 630-633.
3. *Хоп Г., Вульф Б.* Шаблоны интеграции корпоративных приложений: пер с англ. // М.: ИД «Вильямс», 2007.
4. *Волков А.А., Шилова Л.А.* Интеграция принципов обеспечения инженерной и функциональной устойчивости объекта жизнеобеспечения в его информационную модель // Научное обозрение. 2015. № 18 с.386-390.
5. *Гинзбург А.В., Воложенин А.С.* Оценка эффективности комплексных проектов автоматизации в строительстве // Научное обозрение. 2017. № 13. С. 6-10.
6. *Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А.* Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / Научное обозрение, 2015, №16, - с.461-464.

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ВАРЬИРУЕМЫМ КРИТЕРИЯМ В САПР

П.Д. Челышков¹, Д.А. Лысенко²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (chelyshkovpd@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (lysenkoda@mgsu.ru)

Аннотация

С развитием систем информационного моделирования зданий и сооружений задача моделирования тепловых и энергетических процессов теплообмена ограждающих конструкций здания с окружающей средой становится легко решаемой. Современные системы информационного моделирования позволяют в автоматизированном режиме на этапе концепции получить расчет микроклимата в помещении с учетом естественного и искусственного освещения, аэродинамических свойств системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. В статье описывается подход, который направлен на определение состава инженерных решений, а также перечень применяемых энергоэффективных технологий. В результате этот подход позволит сохранить материальные, финансовые, временные и трудовые ресурсы для разработки и обработки проектных решений в будущем. В ходе работы будут определены предельные критерии и приведены пример расчета потребления энергии.

ВВЕДЕНИЕ

Сложившийся подход и способ организации процесса проектирования сегодня приводит к тому, что внесение серьезных изменений в проектные решения на последних этапах разработки проекта занимает большое количество времени и затрагивает основные разделы.

Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ предусмотрен раздел «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов» («Энергоэффективность»), который содержит проектные решения, направленные на оптимизацию архитектурных, конструктивных, инженерно-технических и прочих проектных решений под требования функционального назначения и производственных процессов, предусмотренных на период эксплуатации зданий и сооружений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При классическом подходе, сначала разрабатываются следующие разделы проектной документации: архитектурные решения, конструктивные и объемно-планировочные решения, сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. На принятые решения в этих разделах опираются при разработке проекта «Энергоэффективности», в котором определяется класс энергосбережения здания. Класс энергоэффективности здания определяется по СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», в котором фигурируют такие понятия, как нормируемая расходная характеристика потребления тепла, которая и является характеристикой, потребление больше которой не должно быть. При этом, отсутствуют единые и однозначно сформулированные подходы (методы) оценки энергетической эффективности различных инженерных решений объектов строительства (зданий и сооружений), основанные на вычисляемых объективных критериях.

Получив отклонения в значениях и в классе энергоэффективности, необходимо внести корректировки в проектную документацию (рис. 1). Такой процесс может серьезно отразиться на времени и трудозатратах на проект. При этом, опять же, нет жестких требований по

разработке решений, использующих энергоэффективные системы и альтернативные источники энергии.

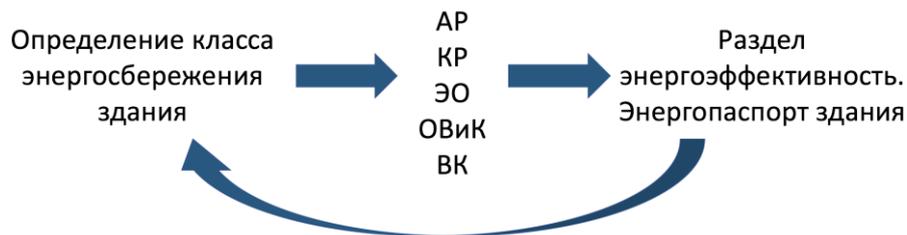


Рис. 1. Классический подход к процессу проектирования

В работе предлагается создать метод (алгоритм, математическую модель, информационную технологию – программный продукт), позволяющий проводить оптимизацию набора инженерных решений для зданий и сооружений различных назначений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Входными параметрами будут являться формализованные представления критериев оценивания энергоэффективных инженерных решений при проектировании объектов строительства (зданий и сооружений), сформулированные на основании анализа мирового опыта (в части нормативно-технической документации и результатов научно-исследовательских работ).

Критерии:

- 1) k_i – критерий оценки типа (характеристики) здания;
- 2) y_{ij} – критерий набора инженерных систем;
- 3) z_{je} – критерий энергоэффективности применяемых инженерных систем;
- 4) g_a – критерий ограничивающих условий (наличие ресурсов и их лимитов, удобство расположение и другие);
- 5) o_b – критерий оптимальности (стоимость, окупаемость, достигаемый класс энергоэффективности и другие).

Проведя расчет, по разрабатываемому методу, можно сформулировать комбинацию из набора проектных решений, которые будут использованы при разработке проектной документации, что позволит исключить возможные временные и трудовые затраты на исправление принятых неправильно решений.

Проведя расчет, по разрабатываемому методу, можно сформулировать комбинацию из набора проектных решений, которые будут использованы при разработке проектной документации, что позволит исключить возможные временные и трудовые затраты на исправление принятых неправильно решений.

Предлагаемый метод предусматривает предпроектный расчет энергопотребления по инженерным системам относительно квадратуры и типа зданий (внутренних помещений) или других сформулированных параметров. Так как нормативная документация Российской Федерации в области энергоэффективности, в-первую очередь привязана к решениям раздела «архитектурные решения» (утепление, теплопередача), когда сегодня, большую роль играет серьезный вопрос потребления электрической и тепловой энергии стандартными нормативными и технологическими нуждами. В то время как использование альтернативных источников энергии и замещение ими определенного уровня показателей не влияет напрямую на показатель энергоэффективности.

По результатам расчета энергопотребления, система формирует набор инженерных систем, который изначально будет соответствовать требуемым параметрам и формировать класс энергоэффективности здания.

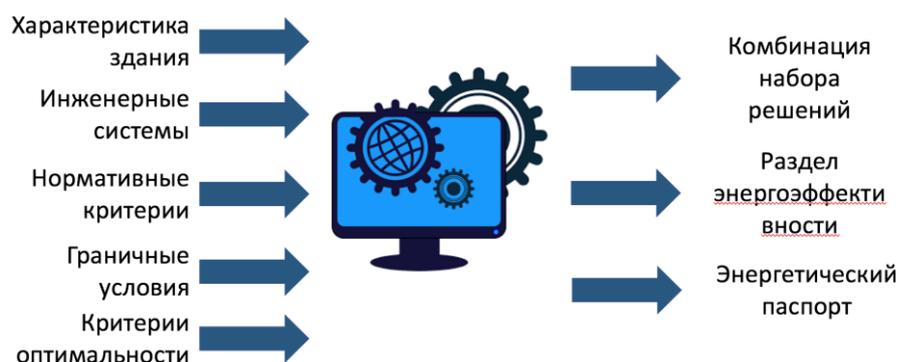


Рис. 2. Метод оптимизации энергоэффективных инженерных решений

ВЫВОДЫ

Метод оптимизации энергоэффективных инженерных решений по варьируемым критериям в САПР повысит качество принятия решения при выборе набора инженерных энергоэффективных решений, повысит качество оценки энергоэффективности проектируемых зданий, позволит сократить до минимума сроки и затраты на переработку проектных решений, современные технологии позволят интегрировать метод с BIM программами и программами энергомоделирования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Голицын Г.С.* Парниковый эффект и изменения климата // *Природа*. 1990. № 7. С. 17—24. (Times New Roman 9, Normal, абзацный отступ 0,7 см, без интервалов сверху и снизу, фамилии и инициалы авторов выделяются курсивом).
2. *Куликов В.Г., Колесниченко М.П., Гаевец Е.С.* Проектирование технологий конструкционных теплоизоляционных пенокомполитов // *Научно-практический Интернет-журнал «Наука. Строительство. Образование»*. 2012. Вып. 1. Режим доступа: <http://www.nso-journal.ru>. Дата обращения: 29.04.12.
3. *Волков А. А.* Кибернетика строительных систем. Киберфизические строительные системы // *Промышленное и гражданское строительство*. 2017. № 9. С. 4-7.
4. *Волков А.А.* Основы гомеостатики зданий и сооружений // *Промышленное и гражданское строительство*. 2002. №1, С. 34-35.
5. *Волков А.А.* Системы активной безопасности строительных объектов // *Жилищное строительство*. 2000. №7. С.13.
6. *Волков А. А.* Гомеостат в строительстве: системный подход к методологии управления // *Промышленное и гражданское строительство*. 200 № 6. С. 68.
7. *Волков А. А.* Кибернетика инженерных функциональных систем // *Сб. докл. XIII Российско-польско-словацкого семинара "Теоретические основы строительства"*. М. : МГСУ, 2004. С. 317-322.
8. *Гинзбург А.В.* Информационная модель жизненного цикла строительного объекта / *Промышленное и гражданское строительство*, 2016, №9 - с.61-65.
9. *Гинзбург А.В.* BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта / *Информационные ресурсы России*, 2016. №5 -с. 28-31.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ БАШЕННЫХ АЭРОТЕНКОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Н.А. Макиша¹, Е.В. Носорев²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26 (makishana@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26 (znosorev@yandex.ru)

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы биологическими очистки сточных вод в башенных аэротенках. Башенный аэротенк представляет собой вертикальный цилиндрический реактор, оборудованный системой аэрации. Высота башенного аэротенка составляет обычно 10-30 м, диаметр-до 40м. Аэротенк может располагаться на поверхности земли либо быть частично или полностью заглубленным (шахтный). В России данные сооружения получили лишь ограниченное применение. В статье рассмотрен опыт и недостатки в эксплуатации очистных сооружений на основе башенных аэротенков, которые расположены на территории одного из пансионатов Московской области, а также о технических решениях, использованных в процессе реконструкции данных сооружений.

ВВЕДЕНИЕ

Башенные (колонные, шахтные) аэротенки были впервые разработаны и нашли практическое применение в Германии и Англии. В нашей стране эти сооружения не получили широкого распространения и были построены лишь на небольшом числе объектов. Башенный аэротенк представляет собой вертикальный цилиндрический реактор, оборудованный системой аэрации. Высота башенного аэротенка составляет обычно 10-30 м, диаметр - до 40 м. Аэротенк может располагаться на поверхности земли либо быть частично или полностью заглубленным. В этом случае аэротенк называется шахтным. Башенные аэротенки применяются в основном на небольших и средних станциях очистки производственных и хозяйственно бытовых сточных вод. Помимо башенных аэротенков возможно строительство башенных отстойников, флотаторов, фильтров и других технологических сооружений, основным элементом которых является вертикальный цилиндрический резервуар большой высоты. Это позволяет комплектовать практически любые технологические схемы при многократном сокращении производственных площадей. Применение емкостей из стали или стеклопластика позволяет создавать очистные станции полной заводской готовности.

Основным преимуществом башенных аэрационных сооружений является снижение энергозатрат на аэрацию. Это объясняется значительной высотой столба воды в сооружении и повышенным гидростатическим давлением в его нижней части. Длительное пребывание воздуха при повышенном давлении обуславливает более эффективное использование кислорода (до 90%).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Очистные сооружения на основе башенных аэротенков построены и эксплуатируются на территории одного из пансионатов Московской области. Эти сооружения изначально включали в себя механическую дугую решетку с прозорами 6мм, приемный резервуар с погружными насосами для подачи стоков на очистку, гидроциклоны для удаления песка, усреднитель с эжекторной аэрацией, аэротенки 1 ступени, регенератор 1 ступени, вторичный отстойник 1 ступени, аэротенк и отстойник 2 ступени, блок доочистки, установку УФ обеззараживания, а также аэробный стабилизатор избыточного ила. Все емкостные сооружения выполнены в виде стальных колонн с изоляционным покрытием диаметром 2,5 м и высотой 12 м.

Насыщение иловой смеси кислородом воздуха в аэротенках и регенераторе осуществлялось с помощью эжекторной системы аэрации. Разделение иловой смеси производилось во вторичных вертикальных отстойниках с тонкослойными модулями.

Принцип действия системы аэрации, реализованной на данных очистных сооружениях, заключался в следующем. Иловая смесь забиралась циркуляционными насосами из верхних частей аэрируемых емкостей и подавалась в эжекторы, установленные на тех же емкостях. Проходя через эжекторы, где в систему подсасывался воздух, которым насыщалась иловая смесь и по вертикальным трубопроводам подавалась в нижнюю часть емкости. Возвратный активный ил из вторичных отстойников поступал во всасывающие трубопроводы циркуляционных насосов системы аэрации. При этом коэффициент рециркуляции составлял 1-2.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования, проведенные в течение двух лет эксплуатации, выявили целый ряд недостатков работы очистных сооружений.

Очистные сооружения, рассчитанные на среднесуточную производительность 1000 м³/сут и прием стоков с показателями по БПК_п - 290 мг/л и взвешенным веществам – 250 мг/л, обеспечивали требуемые показатели очистки только при расходе не более 500 м³/сут, при том что, БПК_п поступающих сточных вод за все время работы сооружений не превышало 150 мг/л. При увеличении же расхода поступающих сточных вод показатели очистки резко ухудшались, наблюдался значительный вынос ила из вторичных отстойников.

Установленные на очистных сооружениях гидроциклоны, как и следовало ожидать, не обеспечивали эффективного удаления песка, что приводило к его попаданию в аэрационные сооружения и образованию плотных отложений в нижней части колонн.

Существующий усреднитель из-за недостаточного объема оказался не в состоянии сглаживать неравномерность поступления сточных вод в течение суток.

По данным измерений концентрация растворенного кислорода в аэротенках и регенераторе составляла 4-6 мг/л, что не только не оказывало положительного влияния на процесс очистки, но и приводило к образованию флотируемой пены в верхней части колонн. Пена периодически изливалась через смотровые люки аэротенков и регенератора. Необходимо также добавить, что выделение пузырьков воздуха происходило и во вторичных отстойниках, что приводило к образованию на их поверхности корки и повышенному выносу взвешенных веществ.

В первый же год эксплуатации большая часть насосного оборудования вышла из строя из-за кавитационного износа рабочих колес. Колеса приходилось менять не реже чем раз в 3 месяца, затраты на ремонт составили 500 тыс. руб./год.

При анализе причин неудовлетворительной работы очистных сооружений и проведении проверочного расчета было выявлено, что сооружения работают с гидравлической перегрузкой и их производительность была изначально завышена. Это приводило как к уменьшению времени пребывания воды в аэрационных сооружениях, недопустимому увеличению скоростей во вторичных отстойниках и снижению эффективности их работы.

Было также установлено, что объем усреднителя для данной очистной станции должен составлять 280 м³ против 54 м³ имеющихся.

Объем аэрационных сооружений также оказался недостаточным: общее время аэрации стоков при среднечасовом расходе 42 м³/ч не превышало 2.5 часов. Причиной интенсивной кавитации в насосах послужил забор рабочей жидкости из верхней части колонн, где наблюдается особо интенсивное выделение пузырьков воздуха и образование водо-воздушной эмульсии. Попадая в насос, насыщенная воздухом иловая смесь вызывала интенсивную кавитацию и приводила к быстрому износу рабочих колес, вибрации и выходу из строя подшипников и торцевых уплотнений.

Образование пены на поверхности аэротенков было вызвано слишком высокой интенсивностью аэрации.

В связи с вышеперечисленным на очистных сооружениях была проведена реконструкция. Для увеличения производительности сооружений без снижения качества очистки из существующих емкостей были скомпонованы 2 параллельные технологические линии, производительностью по 500 м³/сут. каждая. Усреднитель и регенератор ила были переоборудованы под аэротенки. Каждая технологическая линия включает в себя два последовательно соединенных башенных аэротенка, один вторичный вертикальный отстойник с тонкослойными модулями и один блок доочистки. Производительность линии составляет 500 м³/сут., время аэрации – 5,2 ч., время отстаивания - 2 ч., восходящая скорость во вторичном отстойнике - не более 1,2 мм/с. Взвесь, выносимая из вторичного отстойника, задерживается в блоке доочистки. Избыточный ил с 1 и 2 линии направляется в аэробный стабилизатор.

Произведенная реконструкция позволила значительно снизить затраты на эксплуатацию очистных сооружений, уменьшить потребляемую мощность и увеличить производительность очистных сооружений до требуемой величины. Работа вторичных отстойников нормализовалась, вынос взвеси значительно уменьшился. Нарушений в работе насосного оборудования также не наблюдается.

ВЫВОДЫ

Рассмотренные выше опытные данные о работе сооружений с башенными аэротенками позволяют сделать следующие выводы о целесообразности их применения для очистки сточных вод.

1) Применение башенных аэротенков и сооружений на их основе является современным, эффективным и экономичным объемно планировочным решением для строительства станций очистки сточных вод. На основе башенных емкостных сооружений можно компоновать технологические схемы, включающие аэротенки, отстойники, флотаторы, фильтры, аэробные стабилизаторы и многое другое. При этом сооружения занимают минимальную площадь, что особенно важно при их применении на застроенных территориях. Из-за малой площади зеркала воды в сооружениях появление испарений и запахов сводится к минимуму.

2) При использовании башенных емкостей в качестве аэротенков снижается потребление электроэнергии на аэрацию за счет более эффективного использования кислорода.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Саломеев В.П., Гогина Е.С., Макиша Н.А. Решение вопросов удаления биогенных элементов из бытовых сточных вод // Водоснабжение и канализация. 2011. № 3. С. 44-53.
2. Gogina E., Gulshin I. Simultaneous denitrification and nitrification in the lab-scale oxidation ditch with low C/N ratio // Procedia Engineering. 2015. Т. 117. С. 107-113.

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

А.А. Волков¹, Е.И. Насонов²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (rector@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (ev.nasonov@yandex.ru)

Аннотация

В настоящий момент благодаря уровню развития и достижений вычислительных наук, а также за счет совершенствования и улучшения вычислительных мощностей и сетевой инфраструктуры, появляется совершенно новое поколение технологий, которые объединяют в себе эти факторы и позволяют использовать их наиболее оптимальным образом. Кроме широко известного искусственного интеллекта, робототехники, дронов, 3D-принтеров, дополненной и виртуальной реальности, блокчейна, одними из важных технологий являются Киберфизические системы. Системы данного класса можно отнести к перспективными направлениям развития информационных технологий. В данной статье рассмотрены Киберфизические системы, дана формулировка понятию Киберфизическая система и Интернет вещей, рассмотрены направления развития систем данного класса, а также зарубежный и отечественный опыт построения и использования киберфизических систем в различных отраслях.

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии стали неотъемлемой частью жизни не только любого человека, но и большинства современных компаний [5]. Умные устройства, интеллектуальные программы, новые протоколы связи и передачи данных, высокопроизводительные мобильные процессоры стали настолько привычными и удобными инструментами, помогающими решать как обычные рядовые задачи, так и наиболее сложные и ресурсоемкие, что мы, как потребители, перестали удивляться имеющимся у нас на вооружении технологиям и гаджетам.

Помимо этого, мы не так часто предаем значение тому, что вокруг человеческого общества сформировалось новое информационное пространство, в котором находится не только люди, но и огромное количество различных умных устройств, а также различных подсетей. С точки зрения концепции Интернета данную сеть чаще всего называют Интернет Вещей (от англ. Internet of Things, IoT), который включает в себя умные дома, фабрики, системы снабжения энергетическими ресурсами. Человеческое общество же представляются как Интернет Людей и являются неотъемлемой частью данного взаимодействия. Не стоит также забывать про Social Web и Business Web, которые образуют Интернет Сервисов. Все эти крупно масштабные сети так или иначе пересекаются и взаимодействуют между собой.

Именно на стыке интернета людей, вещей и сервисов возникают Киберфизические системы. Системы данного класса заслуживают детального изучения и являются приоритетным направлением развития многих стран в том числе и России. Соответственно, актуальным является вопрос изученности киберфизических систем и их использования как в зарубежных странах, так и на территории РФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Чтобы начать оценку зарубежного и отечественного опыта использования киберфизических систем, сначала необходимо дать определение системам данного класса, выделить взаимосвязи с иными сетями с точки зрения концепции Интернета.

Итак, как было сказано выше: Киберфизические системы образуются стыке интернета людей, вещей и сервисов (рис. 1). Если с Интернетом людей и сервисов все в большей степени понятно: с одной стороны, выступает человеческое общество с другой некоторый набор веб-сервисов, различного назначения, которые взаимодействуют между собой посред-

ствам стека протоколов TCP/IP. То с Интернетом вещей уже сложнее. Это не просто сеть для передачи пакетов данных, это куда более сложное образование.

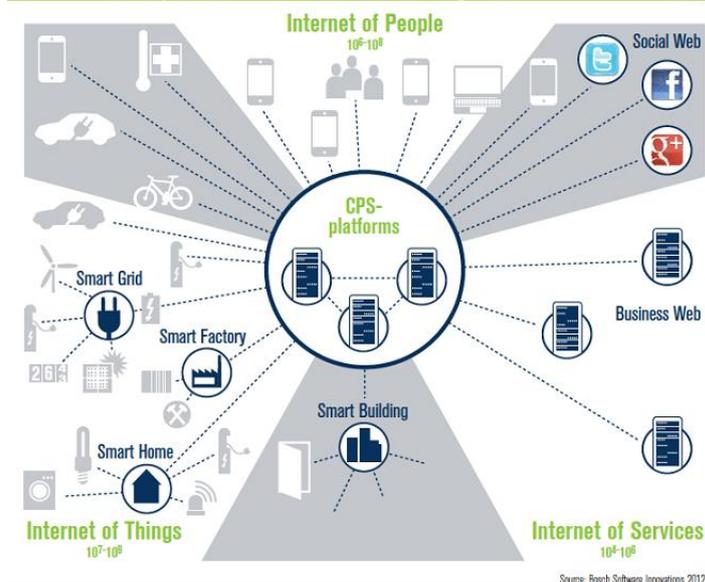


Рис. 1. Возникновение киберфизических систем

Первоначально, термин «Интернет вещей» был предложен Кевином Эштоном в 1999 году. Фактически же Интернет вещей «появился на свет» в промежутке между 2008 и 2009 годами, когда количество подключенных к сети умных устройств превысило количество живущих на Земле людей. Обратившись к ведущими отраслевыми аналитиками, можно выделить следующие формулировки данного понятия. IDC дает следующее описание Интернета вещей: «это сеть сетей с уникально идентифицируемыми конечными точками, которые общаются между собой в двух направлениях по протоколам IP и обычно без человеческого вмешательства» [9]. Gartner - Интернет вещей - это сеть физических объектов, которые имеют встроенные технологии, позволяющие осуществлять взаимодействие с внешней средой, передавать сведения о своем состоянии и принимать данные извне» [9]. McKinsey: это датчики и приводы (исполнительные устройства), встроенные в физические объекты и связанные через проводные или беспроводные сети с использованием протокола Internet Protocol (IP), который связывает Интернет» [9].

Объединив данные формулировки можно дать следующее определение Интернету вещей: Internet of Things - это сеть физических объектов, которые имеют встроенные технологии, позволяющие осуществлять взаимодействие с внешней средой, передавать сведения о своем состоянии и принимать данные извне. То есть мы имеем независимую сеть, объединяющую множество умных устройств, которые могут взаимодействовать между собой.

Стоит отметить, что первым в мире умным устройством (первой интернет-вещью) можно считать тостер, подключенным к глобальной сети в далеком 1990 выпускником MIT, Джоном Ромки. Тостер получал команды с помощью сети Интернет, после чего начинал приготовление тостов. Можно сказать, что с такого небольшого и простого устройства началась эра умной техники, к которой мы в современном мире так привыкли, и не считаем чем-то диковинным.

Если рассмотреть Интернет вещей, как «сеть сетей», то можно сказать, что он состоит из слабо связанных между собою разрозненных сетей, каждая из которых предназначена для решения своих конкретных задач. Например, в автомобилях работает одновременно несколько сетей: управление двигателем, система безопасности, связь и т.д. Офисные и жилые здания являются другим примером. В них происходит установка множества сетей, чтобы управлять вентиляцией, отоплением, связью, безопасностью, освещением, кондиционированием и т.д. С развитием Интернета вещей эти и многие другие сети будут объединиться,

подключаться друг к другу, приобретать все более широкие возможности в сфере безопасности, аналитики и управления (рис. 2). Что в итоге Интернет вещей приобретет еще больше возможностей открыть человечеству новые, более широкие перспективы.

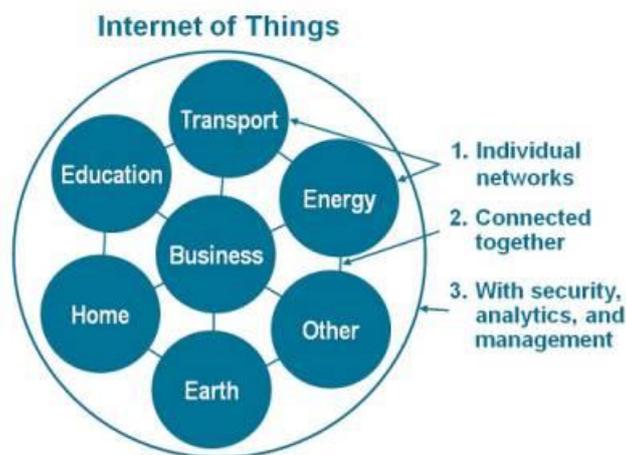


Рис. 2. Интернет вещей как «сеть сетей»

Несмотря на все возможности, которое может принести грамотное использование Интернета вещей, все же более приоритетным и актуальным является разработка и использование Киберфизических систем, поскольку эти системы являются более интересными с точки зрения их возможностей.

Термину Киберфизическая система можно дать следующее определение: это системы, которые состоят из различных природных объектов, искусственных подсистем и управляющих контроллеров, позволяющих представить такое образование как единое целое. Иными словами, в Киберфизических системах реализована тесная связь и координация между вычислительными и физическими ресурсами. Компьютеры осуществляют мониторинг и управление физическими процессами с использованием такой петли обратной связи, где происходящее в физических системах оказывает влияние на вычисления и наоборот [3].

Может показаться, что Киберфизические системы схожи с grid системами, построенными и реализованными на основе Интернета вещей, межмашинного взаимодействия (M2M), fog и cloud вычислений, но это не так. Так как представления о Киберфизических системах нельзя ограничивать техническими средствами. Для таких сложных систем необходимо разрабатывать новые кибернетические подходы к моделированию, так как именно модели являются центральным моментом в науке и инженерии. Кроме этого, как уже говорилось ранее, Киберфизические системы находятся на стыке множества различных систем, что дает им возможность огромного количества интеграций с другими системами путем включения их в свою внутреннюю структуру, так и наоборот – путем получения необходимой информации от внешних систем.

Киберфизические системы имеют широкую область применения. Их влияние распространяется почти все виды человеческой деятельности, включая промышленные, транспортные, энергетические, экономические, военные системы, системы жизнеобеспечения, умные сооружения и города.

На основании выше сказанного можно выделить самое главное достоинство Киберфизических систем: интеграция вычислительных ресурсов в физические процессы, объединение всех взаимодействующих элементов в единое информационное пространство, с дальнейшим анализом поступающих данных в реальном времени для прогнозирования, самонастройки и адаптации к возникающим изменениям. Реализация полноценных Киберфизических систем в будущем может привести к кардинальным изменениям во взаимодействии с физическим миром, к которым в свое время привело появление Всемирной паутины.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Несмотря на то что Киберфизические системы только в начале своего пути, уже идет разработка систем данного класса. Разработки находят свое применение в различных отраслях. В зарубежных странах системы данного класса находят применение в области логистики. Информация о грузах, складах, транспорте в режиме реального времени поступает в систему. Грузы отслеживаются на всех этапах доставки, система в зависимости от имеющихся ресурсов принимает решения о необходимых действиях, при возникновении нештатного сценария система адаптируется к изменениям и ищет выход из сложившейся ситуации. Такие системы дают возможность сократить затраты не только на перевозках и хранении, но и на складских запасах. Другим примером является энергетика, где за счет построения «умной» сети, реализуются энергосберегающие технологии и происходит оптимальное распределение энергетических ресурсов. Системы городского снабжения также не исключение. Помимо контроля энергетического снабжения города, производится контроль качества воды, управление канализацией. Информация о состоянии ресурсов поступает в систему, при необходимости происходит корректировка текущего сценария снабжения. В Сингапуре при участии IBM создана система управления движением транспорта, с помощью которой осуществляется позиционирование автомобилей, выбор маршрутов на основе данных мониторинга. В Сан-Франциско и Лос-Анджелесе реализована аналогичная система, но кроме движения она также учитывает ситуацию с парковкой. Система подбирает место для парковки, учитывая особенности в поведении водителя и его стиль вождения.

Компании Samsung, General Electric, Bosch, Google не остаются в стороне и производят различные смарт-устройства для реализации концепции умного дома и интеграции его в жизнь обычных людей, либо инвестируют большие денежные средства в развитие данного направления. Отечественная компания «Мегафон» также старается сделать свой вклад в данном направлении и производит систему «Life Control», позволяющую простому пользователю собрать систему умного дома самому из различных устройств. Применение RFID-меток реализовано в некоторые библиотеки Москвы, Санкт-Петербурга и Красноярска, что помогает намного быстрее получать информацию о книгах, искать их, а также предотвращать кражи из библиотек.

Стоит отметить, в России отстает от ведущих стран в области киберфизических систем, но не смотря на это идет работа над реализацией проектов в данном направлении. Уже сейчас специалисты технического комитета «Кибер-физические системы», созданного на базе Российской венчурной компании (РВК) разработали проект ISO/IEC «Information technology. Compatibility requirements and model for devices within IIoT systems». Данный проект устанавливает единые требования к совместимости различных устройств и систем промышленного Интернета вещей, которая является основой для реализации на практике концепции «умного производства» [7].

ВЫВОДЫ

В России Киберфизические системы только начинают свое развитие. Системы данного класса, а также методика их построения, являются актуальным и малоизученным направлением. Работа в области систем такого класса началась со стартом Программы «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. №1632-р.

На данный момент иностранные разработки в области Киберфизических систем уже ведутся, происходит создание подходов к созданию систем данного класса, а также ведутся попытки использования разработок в различных отраслях. Пример тому работа технического комитета «Кибер-физические системы», а также ряда Российских компаний.

Основными исследователями в области киберфизических систем сейчас являются США, Германия, Китай, Корея.

Киберфизические системы – это новый этап развития информационных систем, выступающих в роли мощного инструмента, направленного на интеграцию вычислительных ресурсов в физические процессы, объединение всех взаимодействующих элементов в единое информационное пространство, с дальнейшим анализом поступающих данных в реальном времени для прогнозирования, самонастройки и адаптации к возникающим изменениям. С широким выбором отраслей, в которых могут быть реализованы системы данного класса.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков А.А. Кибернетика строительных систем. Киберфизические строительные системы. // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 9. С. 4-7.
2. Волков А.А., Петрова С.Н., Гинзбург А.В., Иванов Н.А., Клашанов Ф.К., Конилов А.И., Никитина С.В., Постнов К.В. Информационные системы и технологии в строительстве // Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный строительный университет. Москва, 2015. Сер. Строительство.
3. Киберфизические системы Cyber-Physical System, CPS. К чему приведет слияние интернета людей, вещей и сервисов. URL: <https://goo.gl/ZhoQhu> (дата обращения 31.08.2018).
4. Насонов Е.И., Петрова С.Н. Актуальные вопросы внедрения информационной поддержки строительных объектов в отечественном строительстве. // Научное обозрение. 2017. № 7. С. 115-119.
5. Насонов Е.И., Петрова С.Н. Облачные технологии и возможность их применения в строительстве. // Информационные системы, технологии и автоматизация в строительстве [Электронный ресурс]: сборник научных трудов кафедры ИСТАС НИУ МГСУ / под ред. Н.А. Горяева; М-во образования и науки Росс. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. – Электрон. дан. и прогр. (4,92 Мб). – Москва : НИУ МГСУ, 2015. – Режим доступа: <http://www.mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa>. – Загл. с титул. экрана., с. 128-133.
7. РВК: в России разработали проект международного стандарта "умного производства". URL: <https://tass.ru/ekonomika/5346770> (дата обращения 31.08.2018).
8. Технологии управления. «Интернет всего». URL: <https://goo.gl/2FF8Eb> (дата обращения 31.08.2018)
9. Что такое интернет вещей. Internet of Things, IoT. URL: <https://goo.gl/45SVLt> (дата обращения 31.08.2018).

ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В BIM ПРОЕКТИРОВАНИИ

В.Д. Ободников¹, С.А. Алексеев², П.Б. Каган³

¹ООО «ДСК-7» (*realty-dsk@yandex.ru*)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (*kagan@mgsu.ru*)

Аннотация

Данная статья направлена на комплексный анализ VR-технологий в строительной сфере. Какие именно возможности даёт VR-технология в сфере дизайна. В данной статье кратко были изложены 3 предыдущие волны развития стандартизированного компьютерного оборудования – ПК (персональные компьютеры), интернет и сотовые телефоны и их особенности. В данной статье мы хотели бы изучить особенности виртуальной (virtual) и дополненной (augmented) реальности, их связь и взаимодействие в мире конструирования и строительства, кроме того были рассмотрены достоинства и различия виртуальной и дополненной реальности. Были проанализированы способы использования виртуальной реальности, как инструмента градостроительства, то есть, как платформы, которая позволяет формировать и взаимодействовать с проектом напрямую, а также представлены последние технологии, которые используются на архитектурной и инженерной площадках.

ВВЕДЕНИЕ

Технология виртуальной реальности (в дальнейшем VR-технологии) в последнее время стремительно развиваются и нет другой такой отрасли, в которой настолько актуально и перспективно использование VR-технологий, как на рынке конструирования, инженерии и архитектуры. Перед специалистами в строительной сфере остро стоит, к примеру, проблема объективного представления готовой строительной продукции, готового дизайна – визуальное отображение получившегося результата и трудно переоценить значение виртуальной реальности в этом направлении, к тому же, относительная простота использования VR и интеграция в BIM-подобных программах способствует всё большему интересу инвесторов к этому способу визуализации предстоящего проекта.

На стадии разработки и согласования проекта возникает множество проблем и ошибок связанных с плохой коммуникацией участников процесса, в этих условиях, VR-технологии позволяют сделать огромный шаг на пути взаимодействия всех участников в процессе создания проекта между собой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рынок компьютерных технологий развивался нелинейно, существует 4 волны развития компьютерного оборудования. Персональный компьютер (далее просто ПК), интернет и сотовые телефоны – это 3 первичных волны соответственно. Каждая из них развивалась быстрее и масштабнее, чем предыдущая. Теперь четвертая волна виртуальной, дополненной и смешанной реальности обрушилась на потребительский рынок, давайте окупемся в неё.

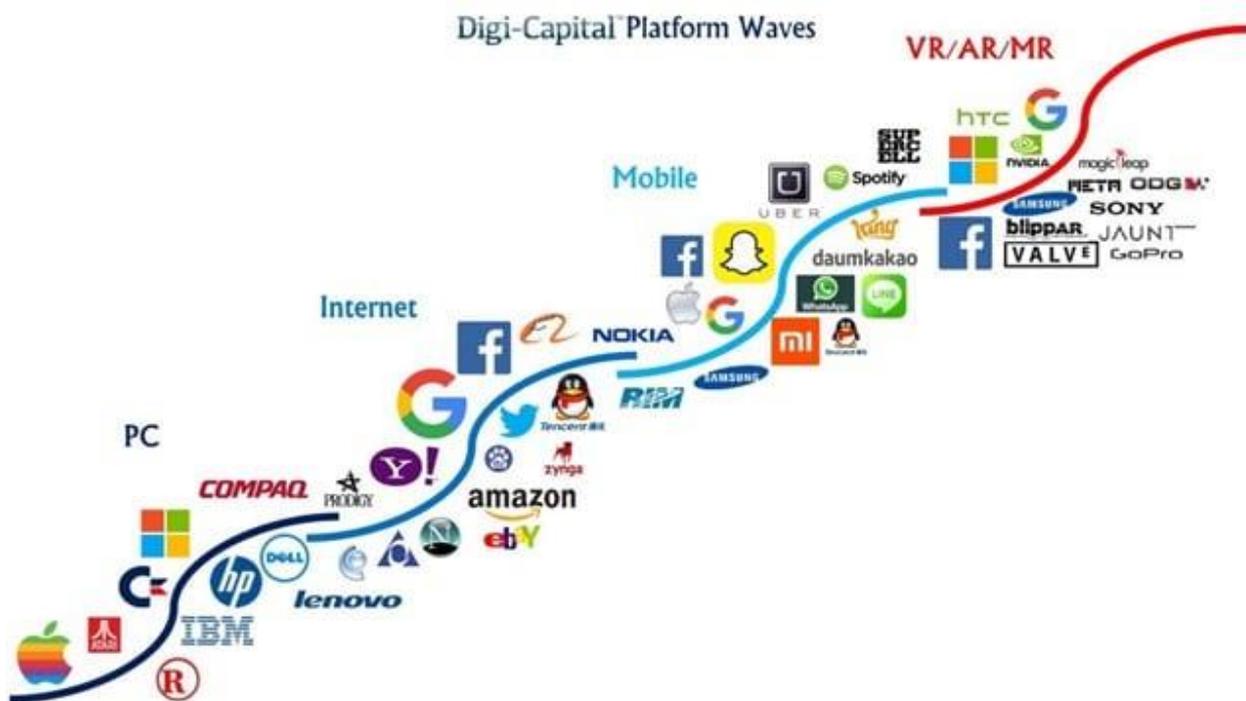


Рис. 1. Волны развития вычислительных устройств [1]

Сама по себе четвёртая волна, интересующая нас, состоит из 3 отдельных частей – виртуальная, дополненная и смешанная реальности.

Выражение «**дополненная реальность**» впервые появилось в 1992 году и внедрил его Томас Престон Коудел (Thomas Preston Caudell) [2].

Основной момент при использовании дополненной реальности — это наложение виртуальных (нереальных) объектов на реальность, их комбинирование. В этом существенное отличие дополненной реальности от виртуальной.

Дополненная реальность позволяет дополнить мир виртуальными объектами, звуками, образами. Она может быть интерактивной, т. е.:

1. На виртуальные объекты можно воздействовать (например, прикоснуться на экране планшета к изображению щенка и увидеть, как он завилает хвостом в ответ);
2. С ними можно сфотографироваться (например, в интересной маске);
3. С их помощью можно переходить на сайты и т. п., вариантов интерактивности дополненной реальности огромное множество. [3]

Конкретно в строительстве дополненная реальность используется в программах дизайна интерьера. Они позволяют отображать несуществующую в действительности фурнитуру в реальных квартирах через планшеты и другие мультимедийные устройства.

Куда интереснее в строительстве на фоне дополненной реальности выглядит **виртуальная реальность**.

Виртуальная реальность в отличие от дополненной появилась из желания скопировать реальность в несуществующий мир, воссоздать её характеристики с точки зрения чувств (зрительные, слуховые, осязательные и обонятельные) и взаимодействовать с моделью преодолевая ограничения, связанные с необходимостью безопасности выполняемых действий, а также экономических и физических ограничений. В виртуальной реальности дополнительная информация о строительной модели добавляется при помощи компьютера.

Затем она обрабатывается и становится привлекательнее с той точки зрения, что позволяет обмануть чувства человека и смоделировать чувство погружения в новую вымышленную реальность. Виртуальная реальность идеально дублирует трехмерную модель из всевозможных проектов (в частности проектов, созданных в BIM комплексах).

Взаимосвязь технологии BIM с VR

BIM – это технологии двадцать первого века. За последние десять лет современной истории BIM сделала впечатляющие успехи в завоевании рынка.

На сегодняшний день ни один крупный строительный объект в мире не может быть построен без хотя бы частичного применения, технологий информационного моделирования, потому как их преимущества очевидны, и они становятся все более доступными.

BIM означает такой подход к проектированию, строительству и эксплуатации зданий, который предполагает создание цифровой информационной модели будущего здания или сооружения. Модель позволяет планировать будущий объект и анализировать его характеристики на начальных этапах, когда еще существует возможность вносить коррективы и оптимизировать некоторые параметры без ущерба для бюджета. Существенным отличием данного подхода к проектированию - это возможность представления трехмерных моделей зданий. Подобного рода информационные системы обеспечивали построение объектов в двухмерных плоскостях, а средства BIM-моделирования предоставляют возможность наглядной видимости объемного 3D-изображения. Также еще одним преимуществом является вариативность. Это означает, что даже после финального этапа моделирования разработчики могут применять несколько вариантов исполнения объекта, подгоняя его под определенные характеристики.

Существующие устройства VR – шлемы виртуальной реальности, проекционные системы типа комнат виртуальной реальности (CAVE), CADWALL с встроенными трекинг-овыми системами – позволяют пользователю максимально реалистично воспринимать 3D-графику, что совместно со специализированным программным обеспечением обеспечивает максимальный реализм ощущений от работы с виртуальным прототипом будущего объекта.

Сбор информации о том, на каком этапе строительства находится одно или целая система сооружений чаще всего дорогой и сложный процесс. Обычно, сбором такой информации занимаются инженеры со стороны подрядной и субподрядной организации и прогресс работ на строительном участке ведётся собирается, а затем вручную вносится в программный комплекс и это на зарубежном рынке, в России же – весь подсчет, чаще всего, ведётся вручную. Делаются фотографии строительного участка, ведётся журнал работ, еженедельная планерка, совещания, документация и т.д. И вот здесь огромное количество времени может сохранить использование дронов или беспилотных летающих аппаратов (Unmanned Aerial Vehicles). Кроме аэросъемки и возможности точно заниматься одни и те же точки для съемок – подвижность и автономность БЛА позволяет вести параллельную оцифровку местности (с помощью лазерного сканера) и занесение всей информации непосредственно в шлем виртуальной реальности, что в свою очередь позволяет прогуливаться по оцифрованной виртуальной модели, используя устройства дополнительного погружения, к примеру, платформу Virtuix Omni. Всё это позволяет проверять и следить за ходом строительства, не выходя из офиса за сотни километров от строительного объекта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На стадии разработки и согласования проекта возникает множество проблем и ошибок связанных с плохой коммуникацией участников процесса.

Преимущество использования технологии виртуальной реальности состоит в том, что она позволяет всем специалистам, участвующим в процессе проектирования, увидеть непосредственно будущее здание в реальном масштабе и окружении, а также вносить изменения в проект, находясь в виртуальной модели здания.

Использование современных программных решений дает возможность быстро вывести комплекс BIM моделей в виртуальную среду и делать их доступными для интерактивного взаимодействия.

Создание модели в цифровом виртуальном пространстве позволяет выявить множество ошибок, определить лучший способ производства тех или иных конструкций, способствует более плотному сотрудничеству между архитектором, строителем и заказчиком.

Если рассматривать BIM как ключевую технологию интегрированной реализации строительных проектов (Integrated Project Delivery, IPD), то, естественно, технология VR, а точнее результат ее применения – виртуальный прототип или макет, будет являться достаточно эффективным средством коммуникации в цепочке инвестор – генподрядчик и подрядчики – проектировщик – эксплуатант.

В настоящий момент технология стоит сравнительно дорого, для того, чтобы компании появилась возможность взаимодействовать с виртуальным пространством необходим минимальный набор оборудования: очки виртуальной реальности – для визуального восприятия пространства (к примеру, Oculus Rift/HTC Vive), мощный персональный компьютер – для плавной работы системы и для взаимодействия с пространством – джойстик от тех же компаний или же новый современных с 6-тью степенями свободы от компании 3D-connexion под названием SpaceMouse Pro. Общая стоимость комплекта для компании составит приблизительно 120-150 тыс. руб. Кроме всего прочего есть возможность и походить в виртуальной реальности, но пока что данная технология очень дорогая. (платформа Virtuix Omni)

Однако стоимость оборудования меркнет по сравнению с тем, что она даёт её пользователям. С помощью VR/AR технологий можно исправить ошибку в уже существующем проекте. Известно более 150 проектов, которым помощь VR-специалистов помогла реализовать их в лучшем виде и избежать финансовых потерь. Классический пример: при визуализации строительства жилого дома, где главным козырем при продаже квартир были виды на Москву-реку, а проект был почти готов и утвержден заказчиком, выяснилось, что при плоскостном проектировании не был учтен город, угол обзора получился меньше. Проект, помещенный в 3D, показал, что размер окон и их положение не обеспечивали необходимые виды. По оценке заказчика, это снижало потребительскую ценность квартир на 20 %, Проект был серьезно изменен, а маркетологи затем использовали приложение для демонстрации квартир и видов из них. Другой компании, специализирующейся на элитном жилье, пришлось на 30 % изменить проект. Была выбрана площадка не в «своем» районе, но также с возможностью организовать отличные виды с балконов. Компьютерное моделирование показало, что балконы самых дорогих квартир выходят на старый 9-этажный дом [4].

Кроме того, американская компания BIM-CAVE демонстрирует клиентам здание гораздо раньше его реализации. VR-технологии могут полностью заменить собой макетирование, так как пространственная модель отображается не только в уменьшенном масштабе, но и в натуральную величину. И стоит не забывать о том, что проект – постоянно дополняется и изменяется до проведения экспертизы, в результате чего возникает необходимость преобразования макета – VR-технологии делают это преобразование за считанные секунды в реальном времени.

ВЫВОДЫ

Преимущества VR-технологий:

1. VR-технологии являются практически идеальной заменой архаичных в современном мире макетов новых проектов, так как позволяют эффективнее и свободнее коммуницировать между собой инвесторам, генподрядчикам и заказчиком.
2. VR-технологии предоставляют возможность тщательно проанализировать объект, просмотреть детально все интересующие части проекта, как интерьера, так и экстерьера.
3. В виртуальной реальности есть уникальная возможность оценить строящийся или конструируемый объект со всех возможных перспектив с визуальной оценкой в уже имеющемся ландшафте.
4. VR-технологии позволяют гораздо точнее оценить потребительскую ценность квартир.

5. VR-технологии позволяют следить за ходом строительства, обеспечить строительный объект постоянным надзором, что несомненно увеличит качество возводимой строительной продукции.

Недостатки VR-технологий:

1. Необходимы дополнительные значительные вложения для обустройства компаний всем необходимым оборудованием.

2. Работа в виртуальной реальности всё ещё отягощена проводной системой, но уже появляются первые беспроводные системы (Titan VR).

Из всего вышеизложенного следует, что VR-технологии невероятно перспективная система, которую необходимо внедрять уже сейчас, так как это позволит модернизировать и вывести на новый уровень архитектуру и строительство в целом.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Статья «Virtual, augmented and mixed reality are the 4th wave», автор не указан. Режим доступа: <https://www.digi-capital.com>.
2. Статья «Virtual and augmented reality in BIM: what usage in the construction field», созданная человеком под ником «Newsroom». Режим доступа: <http://biblus.accasoftware.com>.
3. Статья «Что такое AR?». Автор статьи не указан. Режим доступа: <http://tofar.ru/dopolnennaya-realnost.php>.
4. Елена Витюк, Виртуальная реальность как инструмент градостроительства. Режим доступа: <http://ancb.ru>.
5. Статья: «How this 150-year-old company uses virtual reality», автор статьи John Gaudiosi <http://fortune.com/2015/08/25/mccarthy-construction-vr/>.
6. Каган П.Б., Муминова С.Р. BIM training course in construction university / Сборник трудов Международной научной конференции «The 11th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality (CONVR 2011)» - г. Веймар, Bauhaus-Universität Weimar 2011. - С. 72-77.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ И СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА

А.А. Волков¹, А.Н. Овчинников²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (rector@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (inza73@gmail.com)

Аннотация

Анализ данных практического опыта указывает на ряд нерешенных проблем, снижающих эффективность строительного производства. И как следствие, снижение прибыли от капитальных вложений. Основной причиной является недостаток информации о предпроектных, проектных и строительных процессах, в результате чего снижается эффективность принятия необходимых решений, направленных на сокращение продолжительности строительства и снижения накладных расходов. Для повышения показателей эффективности функционирования системы капитального строительства необходимо создать информационную модель объекта с учетом взаимодействия внутренней и внешней информационной средой.

В настоящей статье обоснована возможность и необходимость разработки и применения математических (аналитических) моделей для определения количественных значений показателей функциональной эффективности, надежности и безопасности объектов капитального строительства. Приведена классификация моделей в зависимости от состава признаков и формата задач исследований.

ВВЕДЕНИЕ

Метод моделирования является актуальным и современным способом определения эффективности инвестиционной деятельности в строительстве, включая задачи формирования показателей качества готовой строительной продукции. Решение задачи интегральной оценки качества объекта строительства возможно получить в формате его информационной модели. Для практического применения метода моделирования предусматривается формирование такого объекта исследований—модели, которая по своим показателям полностью или с достаточной степенью допущений соответствует особенностям реального объекта — для каждого из обязательных или возможных периодов его жизненного цикла. Проведенный анализ показал, что для определения количественных значений показателей функциональной эффективности, надежности и безопасности объектов капитального строительства необходимо применение математических (аналитических) моделей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В зависимости от сложности строительного объекта и доступных способов разработки, накопления и обработки данных формируется структурированная информация или информационная модель данных, характеризующих планируемые показатели и фактические параметры состояния строительного объекта именно для рассматриваемого периода жизненного цикла.

Информационный анализ выполняется с целью исследования количественных и качественных характеристик потоков информации, используемых в системе управления [1-3]. Объектами исследования являются информационные процессы, протекающие в системе управления строительным производством.

Сущностью информационного анализа является определение объекта исследований и форм представления информации, способов организации доступа (равно, как и ограничения доступа), передачи, хранения и обработки — с учетом особенностей структурной организации и алгоритма функционирования соответствующей системы управления.

В системах управления строительным производством выделяются следующие основные информационные потоки [3, 5-6]:

- сбор, приём, восприятие информации (эти процессы ориентированы на взаимодействие с внешней, по отношению к системе управления, средой);
- передача и/или перераспределение информации между структурными элементами (подсистемами строительного производства);
- переработка, анализ, отбор информации, формирование новых потоков информации;
- применение информации для выработки управляющих воздействий;
- передача информации из системы управления во внешнюю (по отношению к системе управления) среду.

Качество информационных потоков для формирования и модификации знаний ключевых участников (специалистов) о фактическом состоянии строительного объекта в сочетании с удобным и практичным способом обмена данными представляется ключевым фактором успеха строительного производства и высокого качества строительной продукции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Моделирование представляет собой современный метод изучения реально существующего или проектируемого объекта капитального строительства по некоторым ключевым особенностям.

Модели различаются в зависимости от состава признаков и формата задач исследований.

На рис. 1 представлена иерархия (по возрастанию сложности) признаков моделей [4]:

- целевому назначению;
- методам описания;
- полноте подобия;
- воспроизводимым свойствам оригинала;
- физической природе.

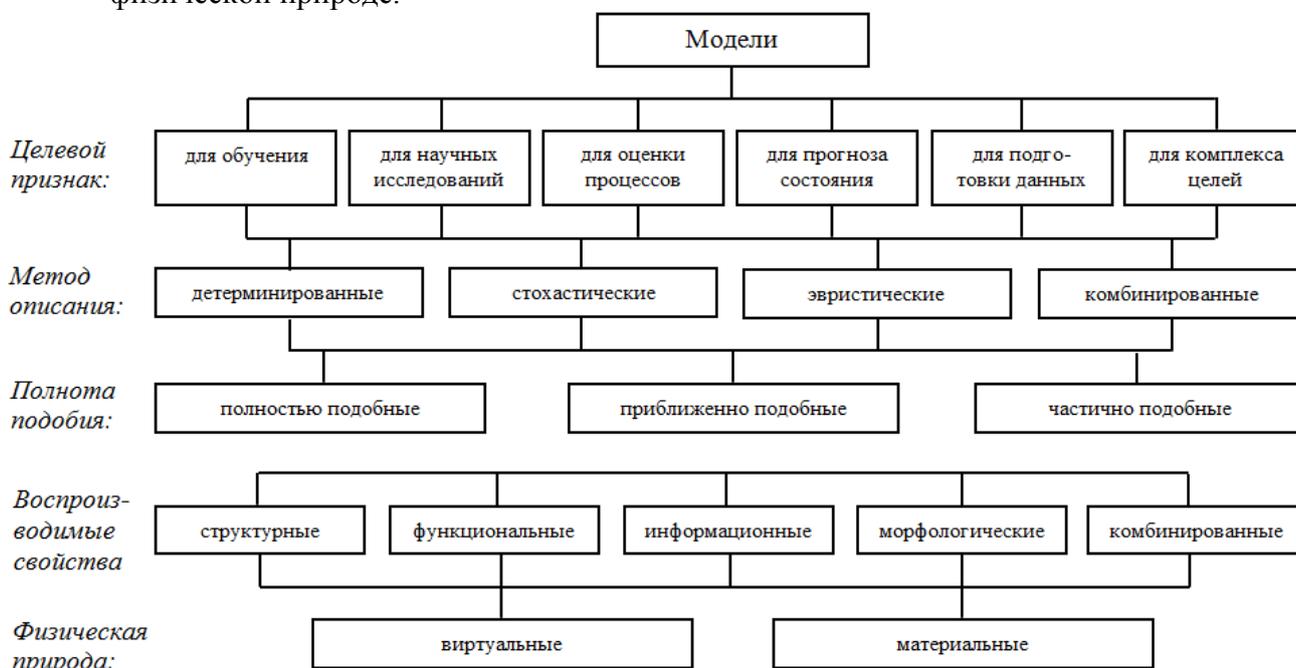


Рис. 1. Классификация моделей по иерархии и сложности признаков объектов исследований

Целевое назначение представляется основным признаком, определяющим тип и структуру соответствующего объекта-модели (рис. 1).

В зависимости от количества и качества формализации связей принимается соответствующий метод описания тех или иных причин и следствий в модели [7-8]. Наиболее полно

соответствие объекта–модели реальному объекту исследований достигается одновременным подобием в пространстве и во времени ее функционирования.

Признаки моделируемых свойств реального объекта не предусматривают иерархических связей с признаками модели (целевым признаком, методом описания и полнотой подобия).

Произвольный выбор некоторого воспроизводимого свойства или комбинации свойств объекта-модели любой физической природы может быть сопоставлен определяющему фактору и принятой комбинации признаков реального объекта исследований.

На рис. 2 представлена классификация моделей, ориентированных на решение поставленных задач по их видам:

- задачи исследований показателей функциональной эффективности;
- задачи исследований условий формирования и протекания процессов;
- задачи исследований параметров некоторого текущего состояния (состояния параметров в некоторый момент времени) объектов исследований.

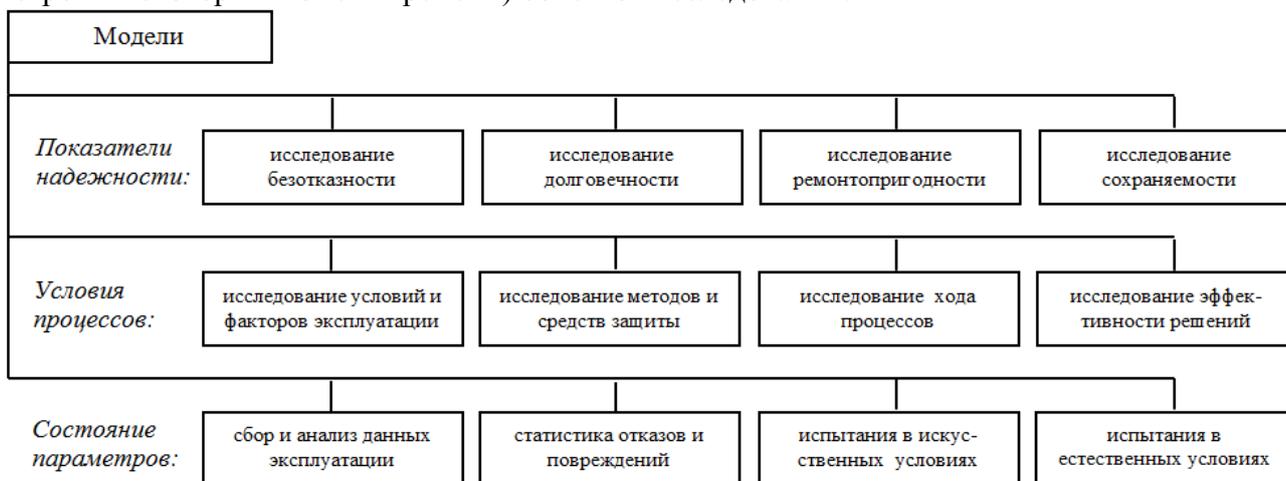


Рис. 2. Классификация моделей по видам решаемых задач

Постановка и решение задач исследований, которые ориентированы на исследование показателей функциональной эффективности, производится на ранних периодах жизненного цикла объектов капитального строительства, в условиях возможного дефицита исходных данных для построения модели [9-10]. Соответственно, решение задач, которые ориентированы на изучение текущего состояния объекта исследований, производится на соответствующем периоде жизненного цикла, в условиях доступности исходных данных для разработки соответствующего объекта–модели.

ВЫВОДЫ

Моделирование параметров функциональной эффективности объектов капитального строительства осуществляется при помощи физических и нефизических (математических) моделей. Математическое (аналитическое) моделирование представляется значительно более универсальным способом по сравнению с физическим моделированием для характеристики показателей функциональной эффективности системы строительного производства и предполагает формирование графического, аналитического, логического или иного описания, соответствующего по ключевым параметрам реальному процессу.

Способ описания математической модели принимается, прежде всего, в зависимости от ее целевого признака, а также определяется количеством и качеством информационного (статистического) материала, при помощи которого достигается требуемая полнота подобия.

При помощи информационной модели, представленной в виде аналитической зависимости, возможна количественная оценка качества решений, разработанных на разных этапах жизненного цикла объекта капитального строительства.

Информационное (виртуальное) моделирование представляется современным и рациональным способом анализа свойств и характеристик, а также условий достижения необходимых показателей качества объектов капитального строительства [10].

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Теличенко В.Е., Король Е.А., Каган П.Б., Куликова Е.Н.* Системотехника управления целевыми строительными программами. — М.: Издательство АСВ. 2010. — 224 с.
2. *Веников В. А.* Теория подобия и моделирования. — М.: Высшая школа. 1976. — 479 с.
3. *Владыкин В.Н., Абакумов Р.Г.* Информационное моделирование в современном строительстве // *Инновационная наука.* 2017. №03-1. С. 20–22.
4. *Куликов Ю.А.* Имитационные модели и их применение в управлении строительством. — Л.: Стройиздат. 1983. — 144 с.
5. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа. — М.: Наука. 1981. — 488 с.
6. *Гусаков А.А.* Системотехника строительства. — М.: Издательство АСВ. 2005. — 320 с.
7. *Киевский Л.В., Шульженко С.Н., Волков А.А.* Инвестиционная политика заказчика–застройщика на этапе организационной подготовки сосредоточенного строительства // *Вестник МГСУ.* 2016. №3. С. 111–121.
8. *Лосев К.Ю.* Создание и внедрение технологии управления жизненным циклом объектов строительства. // *Промышленное и гражданское строительство.* 2014. №11. С. 80–83.
9. *Неумолотов О.Б.* Системный подход при решении задач в области капитального строительства. — Воронеж: ВГТУ. 2002. — 332 с.
10. *Овчинников А.Н.* Функциональные требования к онлайн платформе по сертификации объектов недвижимости // *Естественные и технические науки.* – 2017. – № 11. – С. 118–121.

ОБРАБОТКА ДАННЫХ СВЯЗАННЫХ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.И. Пиляй

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (pilyayAI@mgsu.ru)

Аннотация

Системы автоматизации проектирования на данный момент, могут предоставить автоматизированный расчет по входным данным, но не имеют актуальной базы откуда эти данные можно получить, а соответственно, у них нет возможности полностью автоматизировать данный процесс. Природно-климатические условия являются важными исходными данными для обоснования выбора проектных решений. Решение об обследовании технического состояния стройобъекта может быть принято при изменении климатических условий там, где располагается объект. Одна из целей, стоящих у современной строительной отрасли это проектирование и возведение энергоэффективных зданий. При проектировании подобных зданий мы должны по максимуму использовать положительные воздействия климата и стараться нейтрализовать отрицательные. Без точных и актуальных значений климатических параметров не представляется возможным целостно решать появляющиеся в данной отрасли задачи.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России крайне мало средств, для автоматического расчета данных связанных с климатическими параметрами в строительстве. А те средства, что есть, не соответствуют большинству требований и норм. На данный момент, основным документом, описывающим климатические показатели является СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*(с Изменением N 2). Учет и выбор температурных показателей по нормативным документам осуществляется в основном в двух САД - системах: ЛИРА и СКАД. Нормативный документ, на который ссылается ЛИРА при расчете на температурные воздействия, это СП 20.13330.2011, что является устаревшей версией. В случае с климатическими показателями, которые ежегодно меняются (рис. 1) это не дает точной информации для принятия решения о температурном диапазоне, применяемом дальнейших расчетов на этапе определения показателей проектных решений.

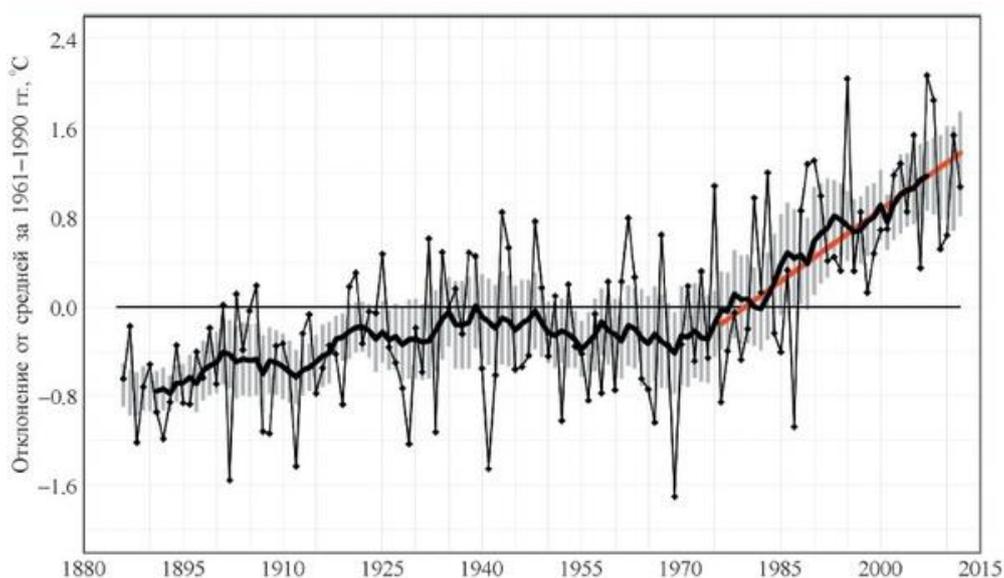


Рис. 1. Изменение климатических показателей

Также программные продукты не предоставляют выбор температурных показателей и просят ввести его вручную, что влечет за собой постоянные обращения к СП 131.13330.2012, таблице 3.1. Но даже в данном нормативном документе климатические параметры рассчитаны за период наблюдений до 2010 г. Это может являться причиной отсутствия систем автоматизации проектирования в которых есть возможность выбора температурных показателей по климатическим регионам. Используя в качестве основы базовые модели строятся карты температуры в стандартах и нормативных документах Российской Федерации, например "СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. Карта 7." На которую и сегодня ссылаются в процессе проектирования. Но сам процесс выбора температурных показателей не происходит автоматически.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

База данных по климатическим параметрам представляет собой систему, являющуюся инструментом для помощи принятия решений на основе пользовательских правил, представляющих собой ограничения, связанные с существующими правилами и нормативными требованиями. Например, определение показателей по выбору региона, правила добавления новых данных, частоты обновлений. Преимущества подобных баз данных могут быть эффективно использованы на этапе разработки проектных документаций в строительстве.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Автоматизированная система поддержки принятия проектных решений по климатическим параметрам учитывает все ограничения и помогает определить климатические данные указав регион или найти необходимый регион по граничным климатическим показателям, в то же время объясняя пользователю какие правила и гипотезы были использованы для принятия каждого решения.

Существуют несколько различных видов баз данных. Они классифицируются по:

- 1) модели (иерархическая, объектная и объектно-ориентированная, объектно-реляционная, реляционная, сетевая, функциональная);
- 2) среде постоянного хранения (во вторичной памяти, в оперативной, в третичной памяти);
- 3) содержанию (географическая, историческая, научная, мультимедийная, клиентская);
- 4) степени распределенности (централизованная, распределенная).

Необходимо точно определить какой тип будет у представленных данных, как будут связаны значения, в какой форме данные будут храниться. Задача, которая стоит перед базой данных, в том, чтобы продуманно использовать информацию для поиска ответов на вопросы и работать с полученными данными для решения проблем.

Информационные системы помощи принятия решений повышают эффективность труда, сокращая время работы над проектом и понижая вероятность появления человеческой ошибки. Так как принятие решений с использованием климатических параметров базируется на динамических данных, необходимо, помимо улучшения эргономики выбора, постоянно конкретизировать эти данные, или соотносить с основными документами. Использование базы данных является хорошим выбором для реализации данной системы.

Согласно проведенному исследованию, мы получили вывод, что необходимо создать собственную модель, которая устранил недостатки. В основу модели должен быть положен процесс выбора климатических показателей, из двух вариантов значений. Обновляемой автоматически раз в определенный период времени таблицей и данными указанными в нормативных документах. Возможно также использование серии карт, которая могла бы отобразить особенности погодных и климатических условий выбранных регионов и, соответственно, территорий. Для этого можно воспользоваться существующими программными продуктами, один из них - Mapinfo Professional. Это полнофункциональная геоинформационная си-

стема, являющаяся профессиональным средством для создания, дальнейшего редактирования и анализа пространственной, картографической информации. Подобная система позволит осуществить мониторинг процессов накапливая, в дальнейшем - сохраняя и с предоставлением преобразования и оперирования данной информацией. Подобный подход позволит нам не только помогать в автоматизированном выборе и расчете с использованием климатических данных по регионам, но и повысить обоснование того или иного выбора. А также это даст возможность сохранять информацию в системе, позволяющей соотнести выбор с фактическими хранимыми данными. Основой для создания картографических изображений для различных территорий, если они необходимы, могут служить климатические карты различных атласов.

На основе подобной геоинформационной системы может быть создана база данных, включающая начало массива метеорологической информации для регионов на территории России. Начало массива подразумевает, что есть возможность дальнейшего накопления фактических данных, путем сбора и систематизации. Также в подобной системе предоставляется возможным учитывать фенологические данные по региону. Подобные данные являются совокупностью сведений о явлениях природы, разделенных на сезоны. Тем самым представляется возможным построить структуру базы данных (БД) содержащую два раздела (рис. 2).



Рис. 2. Структура БД

ВЫВОДЫ

При использовании Mapinfo Professional или иных средств геоинформационного картографирования возможно также создавать серии климатических карт. Данные карты могут отражать динамические процессы и их особенности в рамках климата и погодные условия, совместно с фенологическими показателями. Это позволит нам собирать и систематизировать первичную информацию для обоснованного выбора проектных решений, в частности тех или иных конструктивных элементов и их зависимых показателей, по ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований". На основе исследований можно сделать вывод что на данный момент отсутствует связанная полная и комплексная система для учета климатических показателей. САД программы на данный момент предоставляют автоматический расчет по данным показателям предоставляя пользователю самостоятельно выбирать входные данные. Это идет в разрез с политикой принимаемых нормативных документов. Также нам требуется накапливать сопроводительные документы поясняющие происхождение климатических данных, иначе входную информацию можно считать необоснованной. На основании вышеизложенного, перспективность проведения

подобных исследований заключается в необходимости разработки системы принятия проектных решений, которая позволит выполнять весь спектр действий с информацией о температурных показателях в районе строительства.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Умнякова Н. П. Климатические параметры типового года для теплотехнических инженерных расчетов. // БСТ: Бюллетень строительной техники 2016. № 8 (984). С. 48—51.
2. Савин В. К. Климатология и градостроительство. // Градостроительство. 2012. №4 (20). С. 55—58.
3. Савин В. К. и др. Строительная климатология. // справ. пособие к СНиП 23-01-99*. 2006. Москва.
4. Каган П.Б. Аналитические исследования больших массивов данных в строительстве / Промышленное и гражданское строительство, 2018. № 3. С. 80-84.
5. Ginzburg A., Ryzhkova A. Accounting “pure” risks in early stage of investment in construction projects with energy efficient technologies in use / Applied Mechanics and Materials Vols. 672-674 (2014), Trans Tech Publications, Switzerland, 2014, -pp. 2221-2224.

ТЕХНОЛОГИИ "BIG DATA" ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

К.В. Постнов¹, П.Б. Каган²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (PostnovKV@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (kagan@mgsu.ru)

Аннотация

В статье дается краткий анализ ключевых информационных технологий и систем, применяемых в управленческих и производственных процессах предприятий отрасли строительства. На основании проведенного исследования выдвигается гипотеза о возможности эффективного использования технологии "big data" (большие данные) в работе строительных организаций.

В статье выдвигается предположение о том, что технология "big data" может быть наиболее востребована в ближайшее время в работе домостроительных комбинатов. Приводится описание метода поточного производства строительно-монтажных работ, используемого в ДСК, и говорится о целесообразности информационной поддержки этого метода именно с использованием "больших данных".

Анализируются базовые методы анализа и обработки данных, используемые в "big data" (глубинный анализ, краудсорсинг, А/В-тестирование, прогнозная аналитика, сетевой анализ) и приводятся бизнес-процессы ДСК, в которых, по мнению автора, вышеперечисленные методы будут наиболее полезны.

Описаны технологии обработки "больших данных" (NoSQL, MapReduce, R, Hadoop и др.). Кратко представлен анализ проблем, с которыми может столкнуться организация при внедрении в повседневную работу технологий "big data".

Делается обобщающий вывод об экономической целесообразности внедрения анализируемой в статье информационной технологии в работу предприятий отрасли строительства и домостроительных комбинатов в частности.

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение современного, высокоэффективного инструментария информационных систем и технологий в работу предприятий строительного комплекса Российской Федерации остается актуальной и не до конца решенной задачей. Ее решение требует глубокого анализа не только функциональных возможностей внедряемых технологий и систем, но, главным образом, ключевых производственных и управленческих бизнес-процессов предприятий и организаций.

Сегодня к наиболее востребованным в проектных и строительных организациях информационным технологиям и системам можно отнести следующие.

1. Технологии информационного моделирования зданий и сооружений (BIM-технологии).

Информационная модель здания/сооружения (BIM) представляет собой трёхмерную модель здания, либо другого строительного объекта, связанную с информационной базой данных, в которой каждому «элементу модели» можно присвоить дополнительные атрибуты. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется фактически как единое целое из «элементов и стандартов». Изменение какого-либо одного из его параметров или любой характеристики влечёт за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до спецификаций, чертежей, календарного графика и визуализаций [3].

2. Традиционные САПР-системы

Речь идет, прежде всего, о CAD/CAM - системах, чаще всего реализующихся с использованием отечественных («КЛЕН», «ПОЛЮС», «МИНОР», «Ли́ра», «Мономах») и некоторых зарубежных (ANSYS и Design Space фирмы Ansys Corporation; Cosmos/DesignStar, Cosmos/Works фирмы Structural Research & Analysis Corporation; Design Works фирмы CADSI) программных комплексов и направленных на поддержку работы проектировщика-расчетчика.

3. Корпоративные информационные системы (КИС)

Представлены на рынке отечественными (1С, «Галактика», «Босс», «Парус» и др.) и зарубежными (SAP R3, Scala, BAAN, MS Solution-Navision и др.) системами. Разработчики КИС хорошо проработали специфику использования своих систем в наиболее массовых сферах использования – производстве и торговле. Рынок же предприятий отрасли строительства для разработки массового программного обеспечения слишком узок, подобная разработка для них нерентабельна [3].

4. Информационные системы управления документами (ИСУД)

Системы также не "заточены" под бизнес-процессы строительных компаний, но позволяют оптимизировать процессы управления документооборотом и работой с документами, прежде всего тестовыми. Представлены следующими группами: системы электронного управления документами, ориентированные на бизнес-процессы; системы управления контентом; системы управления информацией (порталы); системы управления образами [3].

5. Информационные системы управления (в т.ч. традиционные автоматизированные системы управления в строительстве - АСУС).

Проведенный анализ показывает, что в ближайшее время значительную часть рынка информационных технологий, значимых для работы предприятий отрасли строительства, займут так называемые "big data" (большие данные) – которые принято определять как набор данных, превосходящий объём типичных баз данных, но и инновационные подходы, инструменты и методы их обработки [4].

Эксперты предполагают, что мировой рынок big data будет расти в среднем на 34 % в год и достигнет к 2020 году 46,8 млрд \$, причем ежегодно объемы хранимой информации вырастают на 40 %. По оценке Gartner group, рост объемов корпоративной информации в крупных мировых компаниях уже составил 650 % с 2010 по 2014 год и 85 % ее является неструктурированной. Мировые расходы на big data в 2012 году составили 28 млрд \$, а в 2013 году – 34 млрд \$.

Примеров активного использования технологий big data пока что не много. К ним можно отнести отдельные информационно-аналитические проекты в банковской сфере, проект обработка данных об адресах объектов на цифровых картах (лингвистическая обработка (RCO), геопозиционирование (ArcGIS, СканЭкс), получение дополнительных факторов (расстояние от центра, транспортная доступность и т.д.), пилотный проект по оценке недвижимости (проект выполнялся компанией "Форс" для Российского Общества оценщиков & РОСЭКО). В рамках проекта были проведены работы по :

- ✓ оценке функциональных возможностей системы;
- ✓ сбору данных из интернет источников;
- ✓ стандартизации и обогащению данных;
- ✓ поддержке статистических исследований (регрессия, карты Кохонена, кластеризация)
- ✓ построению предиктивных моделей оценки и подбора аналогов

Реализация проекта была выполнена на основе технологий Oracle.

Представляется, что "big data" будут наиболее востребованы в управлении бизнес-процессами домостроительных комбинатов (ДСК).

ДСК изготавливает комплекты конструкций и деталей для крупнопанельных и других типов жилых домов и сооружений, транспортирует их на строительные площадки, осуществляет строительство. ДСК представляют собой форму организации крупноэлементного строительства, заключающуюся в объединении в едином комплексном предприятии изготовления

конструкций, деталей и изделий, а также строительных, монтажных, транспортных, специальных, отделочных и других работ по возведению зданий и сооружений с превращением промышленного производства конструкций и изделий, их транспортировки и строительного производства в единый непрерывный технологический поток. Кроме того, в состав ДСК зачастую входят проектные группы или целые проектные организации, осуществляющие полный цикл работ по подготовке проектно-сметной документации или выполняющие отдельные части проектов.

Объемы, сложность, количество взаимосвязей и типов данных, используемых в управленческих бизнес-процессах ДСК, огромны. Интерпретация чисто графической информации с переводом ее в текстовую для эффективного выполнения управленческих процессов, поиск необходимых данных в разнородных массивах, аналитика информационных потоков с целью корректировки выполняемых работ - вот далеко не полный перечень проблем, которые на сегодняшний день только частично решены в любой крупной производственной компании.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

К основным методам анализа и обработки данных, используемых в "big data", можно отнести следующие:

1. "Методы класса" или глубинный анализ (Data Mining). Данные методы достаточно многочисленны, но их объединяет одно: используемый математический инструментарий в совокупности с достижениями из сферы информационных технологий. Набор таких мощных поисковых инструментов позволяет осуществлять выборку данных практически из любых типов файлов с проведением последующего анализа. Сюда же можно отнести содержательный портрет текста, упоминания персон и организаций, упоминания особых объектов, распознавание ситуаций в тексте, отношение к объекту в тексте, разбор частично-структурированного текста, тематическое рубрицирование текстов, кластеризацию новостей, поиск документов, выявление заимствований и поиск похожих текстов.

2. Краудсорсинг. Данная методика позволяет получать данные одновременно из нескольких источников, причем количество последних практически не ограничено. Технология будет востребована для осуществления процессов управления в рамках поточного строительства, принятого в ДСК - от выполнения проектных работ до сдачи объекта в эксплуатацию [1].

3. А/В-тестирование. Из всего объема данных выбирается контрольная совокупность элементов, которую поочередно сравнивают с другими подобными совокупностями, где был изменен один из элементов. Проведение подобных тестов помогает определить, колебания какого из параметров оказывают наибольшее влияние на контрольную совокупность [1]. Принципиально важный инструмент для анализа работы технологического оборудования на заводах ДСК, оценки влияния принимаемых проектных решений на качество возводимых объектов, и др. Благодаря объемам "big data" можно проводить огромное число итераций, с каждой из них приближаясь к максимально достоверному результату.

4. Прогнозная аналитика. Позволяет заранее предугадать и распланировать то, как будет вести себя подконтрольный объект, чтобы принять наиболее выгодное в этой ситуации решение.

5. Сетевой анализ. Наиболее распространенный метод для исследования сетей разных типов - после получения статистических данных анализируются созданные в сетке узлы, то есть взаимодействия между отдельными элементами сети и их сообществами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Принципиальная схема обработки данных домостроительного комбината с использованием технологии "big data" приведена на рис. 1.

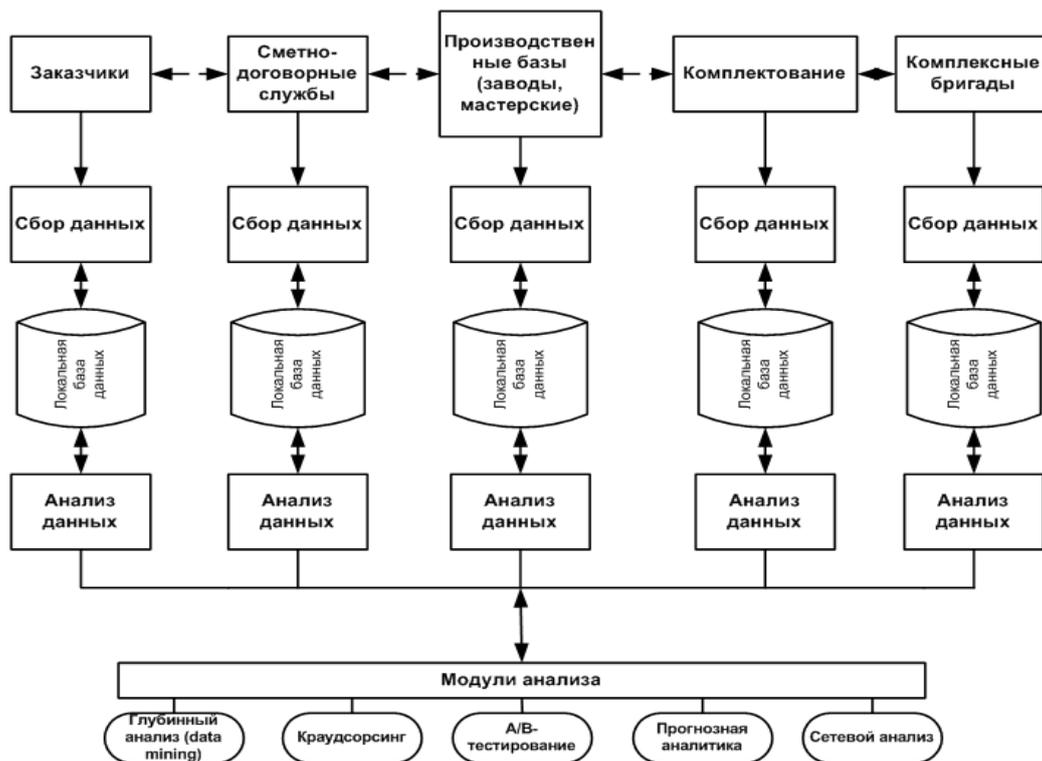


Рис. 1. Принципиальная схема применения технологии "big data" для информационной поддержки работы ДСК

Технологии обработки «больших данных» крайне разнообразны. Ключевыми среди них можно считать следующие.

1. NoSQL – (SQL - язык структурированных запросов, позволяющий работать с базами данных. С помощью SQL можно создавать и модифицировать данные, а управлением массива данных занимается соответствующая система управления базами данных) расшифровывается как Not Only SQL (не только SQL) [2].

2. MapReduce - модель распределения вычислений. Используется для параллельных вычислений над очень большими наборами данных (петабайты и более). В программном интерфейсе не данные передаются на обработку программе, а программа – данным. Таким образом запрос представляет собой отдельную программу.

3. Hadoop - используется для реализации поисковых и контекстных механизмов высоконагруженных сайтов - Facebook, eBay, Amazon и др. [2].

4. R - это среда вычислений, разработанная учеными для обработки данных, математического моделирования и работы с графикой, а также язык программирования, благодаря которому можно использовать и создавать специализированные пакеты для работы с «большими данными».

5. Аппаратные решения.

Безусловно, использование любой сложной, инновационной по сути информационной технологии сопряжено с определенными проблемами. Самой большой из них являются затраты на обработку "big data". Сюда можно включить как дорогостоящее оборудование, так и расходы на заработную плату квалифицированным специалистам, способным обслуживать огромные массивы информации.

Вторая проблема так же связана с большим количеством информации, которую необходимо обрабатывать. Если, например, исследование дает не 2-3, а многочисленное количество результатов, очень сложно остаться объективным и выделить из общего потока данных только те, которые окажут реальное влияние на состояние какого-либо явления.

Существенна проблема конфиденциальности "big data". В связи с тем, что большинство сервисов по обслуживанию клиентов переходят на онлайн-использование данных, очень легко стать очередной мишенью для киберпреступников. Даже простое хранение личной информации без совершения каких-либо интернет-транзакций может быть чревато нежелательными для клиентов облачных хранилищ последствиями.

И, наконец, не маловажной является проблема потери информации. Меры предосторожности требуют не ограничиваться простым однократным резервированием данных, а делать хотя бы 2-3 резервных копии хранилища. Однако с увеличением объема растут сложности с резервированием.

ВЫВОДЫ

Таким образом, несмотря на очевидные проблемы внедрения, технологии "big data" безусловно имеют перспективу активного использования в работе по информационной поддержке бизнес-процессов предприятий отрасли строительства. Уровень и качество обработки объемной, сложной, разнородной информации, циркулирующей в системах управления и производства строительных фирм, требует применения инструментария "больших данных" уже в ближайшей перспективе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маринович В. , Дунец Н., Шевельков И., Воробьев А.* Big Data - что такое системы больших данных? Развитие технологий //Научно-практический Интернет-журнал Promdevelop. Режим доступа: <https://promdevelop.ru/big-data/#teh>. Дата обращения: 29.07.2018.
2. Что такое Big data: собрали всё самое важное о больших данных. Статья // Сайт компании Rusbase. Режим доступа: <https://rb.ru/howto/chto-takoe-big-data>. Дата обращения: 30.07.2018.
3. *Постнов К.* Применение современных информационных технологий в проектных организациях и их влияние на повышение качества проектных решений // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – К.: 2014, № 4(30), С. 375-384.
4. *Марц Н., Уоррен Дж.* Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени // М.: Вильямс, 2017 г.
5. *Лесковец Ю., Раджараман А, Ульман Дж.* Анализ больших наборов данных // М.:ДМК Пресс, 2016.
6. Информационные системы и технологии в строительстве : учебное пособие // под ред. А.А. Волкова, С.Н. Петровой. – Москва: МГСУ. 2015. – 355-388 с.
7. *Силен Д., Мейсман А.* Основы Data Science и Big Data. Python и наука о данных // СПб.: Питер, 2018 г.
8. *Каган П.Б.* Аналитические исследования больших массивов данных в строительстве / Промышленное и гражданское строительство, 2018. № 3. С. 80-84.

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТОВ ПРОГРЕВА КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ОЦЕНКАХ ИХ ОГНЕСТОЙКОСТИ

А.А. Волков¹, В.М. Ройтман², Д.Н. Приступюк³, В.Ю. Фёдоров⁴

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (rector@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (roytman-msuse@yandex.ru)

³Академия ГПС МЧС России, 129301, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д.4, (zis.pbs@yandex.ru)

⁴Академия ГПС МЧС России, 129301, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, д.4, (wowa.fiodorov@yandex.ru)

Аннотация

Наличие влаги в строительных материалах оказывает существенное влияние на способность конструкций сопротивляться воздействию пожара. Поэтому, вопросы количественной оценки влияния влажности материалов при расчётах огнестойкости конструкций является актуальной задачей теории огнестойкости.

Целью данной работы являлось, на основе механизма процессов тепло и влагопереноса во влажных строительных конструкция при воздействии пожара и новых возможностях современных вычислительных комплексов, оценить количественное влияние различных аспектов влажности материалов при расчетах огнестойкости конструкций.

Были рассмотрены 5 вариантов возможного влияния влажности бетона на прогрев железобетонной балки в условиях пожара.

Для расчетов прогрева влажных конструкций в условиях пожара (решение теплофизических задач огнестойкости влажных конструкций) предлагается использовать значения характеристик теплопереноса влажных материалов в зависимости не только от температуры, но и их влажности в рассматриваемых условиях.

ВВЕДЕНИЕ

Расчеты прогрева строительных конструкций при воздействии пожара являются необходимым и важным элементом проектирования огнестойкости конструкций - ключевого элемента системы противопожарной защиты зданий и сооружений [1-5].

Материалы строительных конструкций, в своем большинстве, являются системами капиллярно-пористых тел, которые эксплуатируются во влажной среде и, поэтому, всегда содержат в своей структуре некоторое количество влаги, в различных состояниях [6-9].

В работах [6-9] было установлено, что влияние влажности материалов конструкций на их огнестойкость имеет сложный и неоднозначный характер. Например, повышенная влажность бетонов может приводить к опасной взрывообразной потере целостности конструкций при пожаре (рис. 1).

Поэтому, развитие исследований по учету влияния влажности конструкций на их поведение в условиях пожара, при проектировании и оценках их огнестойкости, остается актуальной и важной задачей обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.



Рис. 1. Взрывообразное разрушение влажной железобетонной конструкции при воздействии пожара

Механизм влияния влажности материалов строительных конструкций на их прогрев в условиях воздействия пожара. Цель данной работы.

Механизм влияния влажности материалов строительных конструкций на их поведение в условиях воздействия пожара изучался в работах Ройтмана В.М., Апостолова А.Т., Бережного А.Г., Мешалкина Е.А., Демёхина В.Н., Консейвой Е.В, Гамаюнова А.В. и др. [6].

После начала воздействия пожара на конструкцию (рис. 2), повышается температура слоев материала, прилегающих к ее обогреваемой поверхности.

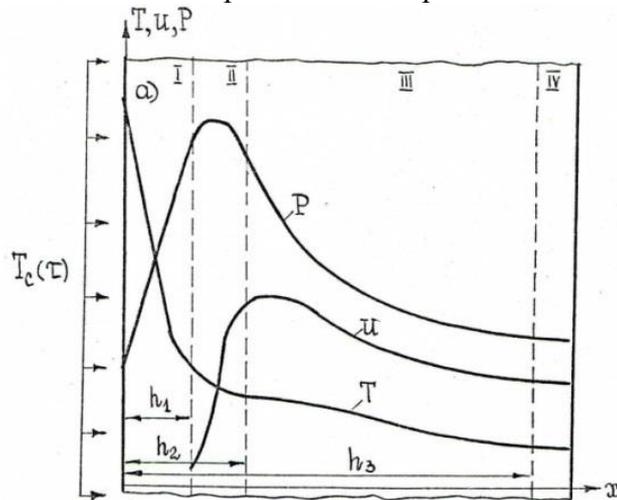


Рис. 2. Характер распределения по сечению односторонне прогреваемой при пожаре влажной конструкции: температуры «Т», влагосодержания «u», избыточного давления пара «Р»

При достижении температурой влажного материала конструкции, во время пожара, температуры испарения влаги, начинается процесс перехода влаги из жидкого состояния в пар. В силу того, что влага внутри материала связана со скелетом различными силами связи (капиллярными, сорбционными и др.) процесс испарения происходит не при одной температуре 100°C, а в некотором интервале температур 90-140 °С и внутри конструкции возникает зона испарения влаги «II» (рис. 2).

В зоне «II» возникает избыточное давление паровоздушной среды «Р» и, в структуре материала, формируется качественно новый, процесс фильтрационного переноса влаги.

Возникшие фильтрационные потоки пара двигаются из зоны испарения «II» как к обогреваемой, так и к необогреваемой поверхности конструкции.

По мере прогрева материала, зона испарения смещается вглубь конструкции и, в некоторый момент времени, у ее прогреваемой поверхности, образуется «сухая» зона материала «I», в которой вся жидкая влага уже испарилась (рис. 2).

Поток пара,двигающийся, через сухую зону материала «I» к обогреваемой поверхности, удаляется из нее в виде перегретого пара.

Влага, фильтрующаяся к необогреваемой поверхности конструкции, попадая в менее прогретые слои материала, конденсируется, образуя зону повышенного влагосодержания «III». Влагосодержание материала в этой зоне может превышать начальное на 30-50 % (рис. 2).

Таким образом, было установлено [6], что при воздействии пожара на влажную конструкцию, в ней возникают четыре характерные зоны, в которых можно выделить следующие основные аспекты влияния влажности материала на прогрев конструкции при воздействии пожара:

- влияние начальной влажности материала на значения его коэффициента теплопроводности (в диапазоне температур примерно от 20 до 50 °С);
- влияние образования повышенного влагосодержания материала конструкции, непосредственно во время воздействия пожара, на значения его коэффициента теплопроводности (в диапазоне температур примерно от 50 до 90 °С);
- влияние образования повышенного влагосодержания материала конструкции, непосредственно во время воздействия пожара, на значения его эффективной теплоемкости, за счет фазовых превращений влаги в зоне испарения влаги (рис. 2 зона II), в диапазоне температур 90-140 °С, и конденсации пара в зоне III (рис. 2), в диапазоне температур примерно от 50 до 90 °С;

Целью данной работы является, на основе установленного [6] механизма процессов тепло и влагопереноса во влажных строительных конструкция при воздействии пожара и новых возможностях современных вычислительных комплексов, оценить количественное влияние различных аспектов влажности материалов при расчетах огнестойкости конструкций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Оценка различных аспектов влияния влажности конструкций на их прогрев при воздействии пожара проводилась путем вычислительного эксперимента при использовании вычислительного комплекса «Ansys Mechanical».

Для оценки объективности результатов вычислительного эксперимента, использовались экспериментальные данные стандартных натуральных огневых испытаний железобетонных балок на огнестойкость [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходные данные для вычислительного эксперимента:

Железобетонная балка прямоугольного сечения 210 x 410 мм, пролет 6,0 м, армируется рабочей арматурой 3Ø16 класса А-I, ст. 3, объемная масса бетона 2330 кг/м³, влажность бетона 4 % [7]. Теплопроводность влажного бетона [10]: 2,16 Вт/(м·°С); теплопроводность бетона в зависимости от температуры прогрева: $\lambda_t = 1,14 - 0,00055 \cdot t$ (Вт/м·°С) [11]; удельная теплоемкость бетона: $c_t = 710 - 0,83 \cdot t$ (Дж/кг·°С) [11].

Результаты стандартных натуральных огневых испытаний на огнестойкость рассматриваемой влажной балки, в виде экспериментальных кривых прогрева рабочей арматуры рассматриваемой балки, представлены на рис. 4, кривая 6 [7].

При проведении вычислительного эксперимента были использованы следующие возможные варианты влияния влажности бетона на прогрев балки при воздействии «стандартного» пожара (рис. 3):

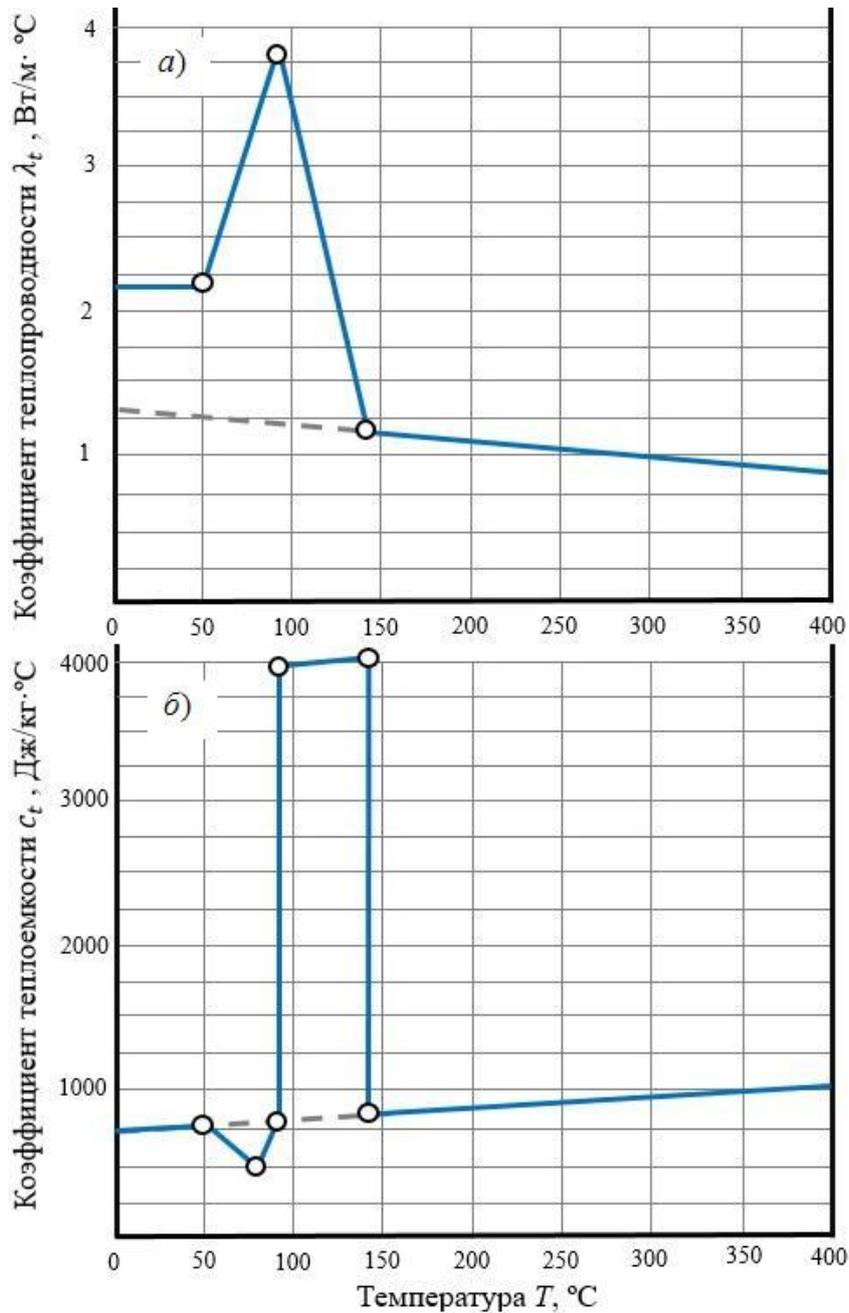


Рис. 3. Влияние влажности бетона на температурные зависимости его теплопроводности (а) и теплоемкости (б)

Вариант № 1 - Влажность бетона не учитывается (сухой бетон):
 $\lambda_t = 1,14 - 0,00055 \cdot t$ ($\text{Вт/м}\cdot\text{°C}$), $c_t = 710 - 0,83 \cdot t$ ($\text{Дж/кг}\cdot\text{°C}$) [11];

Вариант № 2 - Учитывается влияние начальной влажности бетона [10] на его теплопроводность, ($\text{Вт/м}\cdot\text{°C}$):

$$\lambda_t = \begin{cases} 2,16 & \text{при } t \in (20 - 90 \text{ °C}) \\ 1,14 - 0,00055 \cdot t, & \text{при } t \geq 140 \text{ °C} \end{cases}$$

Вариант № 3 – Учитывается влияние начального влагосодержания и волны повышенного влагосодержания на теплопроводность бетона, ($\text{Вт/м}\cdot\text{°C}$):

$$\lambda_t = \begin{cases} 2,16 & \text{при } t \in (20 - 90 \text{ °C}) \\ 3,7 & \text{при } t = 90 \text{ °C} \\ 1,14 - 0,00055 \cdot t, & \text{при } t \geq 140 \text{ °C} \end{cases}$$

Вариант № 4 - Учитываются влияние фазовых превращений влаги в структуре прогреваемого бетона на его теплоемкость, (Дж/кг·°C):

$$c_t = \begin{cases} 726,6 & \text{при } t \in (20 - 30 \text{ } ^\circ\text{C}) \\ 440 & \text{при } t = 80 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 785 & \text{при } t = 89 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 3970 & \text{при } t = 90 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 4030 & \text{при } t = 139 \text{ } ^\circ\text{C} \\ 710 - 0,83 \cdot t, & \text{при } t \geq 140 \text{ } ^\circ\text{C} \end{cases}$$

Вариант № 5 - Учитывается совместное влияние вариантов № 2, 3, 4 на прогрев балки при пожаре.

Результаты вычислительного эксперимента по прогреву балки при пожаре, для рассматриваемых вариантов влияния влажности бетона на прогрев балки, представлены на рис. 4 (кривые 1-5).

Оценка объективности результатов вычислительного эксперимента, проводилась путем сравнения результатов численного моделирования с экспериментальными данными стандартных натуральных огневых испытаний аналогичной железобетонной балки на огнестойкость (кривая 6, рис. 4) [7].

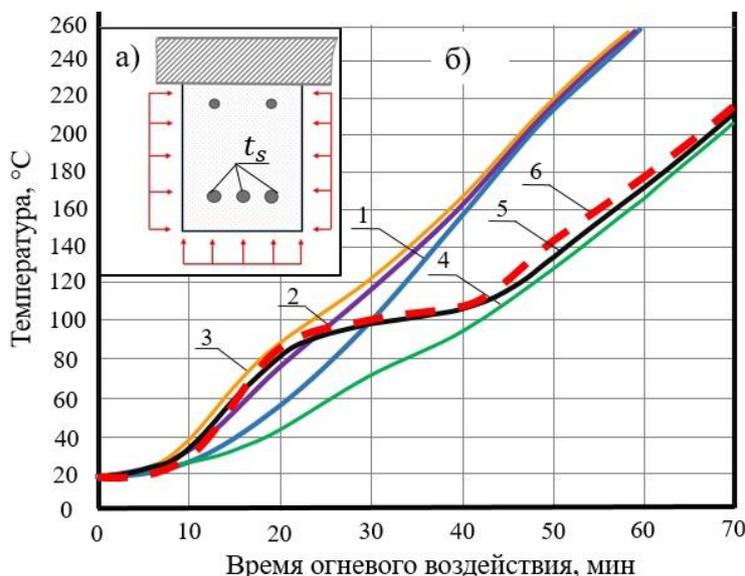


Рис. 4. Влияние различных аспектов влажности бетона на точность расчета прогрева железобетонной балки при воздействии «стандартного» пожара: а) – расчетная схема балки при воздействии пожара; б) - изменение средней температуры прогрева рабочей арматуры влажной балки при «стандартном» пожаре: кривая 1 – по вар. № 1 (сухой бетон); кривая 2 - по вар. № 2; кривая 3 – по вар. № 3; кривая 4 – по вар. № 4; кривая 5 – по вар. №5; кривая 6 - результаты стандартных огневых испытаний балки на огнестойкость [7]

ВЫВОДЫ

1. Отсутствие учета влажности материала конструкции (вариант № 1) или частичный учет (варианты 2, 3, 4) влияния влажности материала конструкции на расчеты ее прогрева в условиях пожара, могут приводить к значительным отклонениям результатов расчета прогрева конструкции при воздействии пожара от экспериментальных данных огневых испытаний аналогичной конструкции;

2. Наибольшая точность в решении теплофизической задачи огнестойкости влажных конструкций достигается (кривая 5, рис. 4) при комплексном учете влияния начальной влажности бетона (вариант № 2), влияния повышенного влагосодержания материала на его теп-

лопроводность (вариант № 3) и влияния фазовых превращений влаги в структуре прогреваемого бетона на его теплоемкость (вариант № 4);

3. Для расчетов прогрева влажных конструкций в условиях пожара (решение теплофизических задач огнестойкости влажных конструкций) предлагается использовать значения характеристик теплопереноса материалов конструкций не только в зависимости от температуры их прогрева в условиях пожара, но и с учетом их влажности в этих условиях (рис. 3).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы статьи выражают благодарность ректору НИУ МГСУ проф. А.А. Волкову за возможность участвовать в международном семинаре «Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы». Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Volkov A.A., Roytman V.M., Shilova L.A. Model of Stability of Life Support Systems In Emergency Situations. - International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 3 (2016) pp 1666-1669 © Research India Publications. <http://www.ripublication.com>.
2. Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
4. International Standards Organization. Fire Resistance Tests. Elements of Building Construction, 1975, ISO 834. International Organization for Standardisation, 1975, Geneva.
5. EN 1991 – 1 – 2. Actions on Structures. Part 1-1. General rules. Structural fire design.
6. Ройтман, В.М. Оценка огнестойкости строительных конструкций на основе кинетических представлений о поведении материалов в условиях пожара: дис. д-ра техн. наук: 05.26.03 / Ройтман Владимир Миронович. – Москва, 1987. – 412 с.
7. Яковлев, А.И. Основы расчёта огнестойкости железобетонных конструкций: дис. ... докт. техн. наук / Яковлев Анатолий Иванович. – М., 1966. – 515 с.
8. Bazand, Z. P., & Prat, P. C. Effect of temperature and humidity on fracture energy of concrete. *ACI Materials Journal*, 85(4), (1988) 262-271.
9. Harmathy, T.Z.: Effect of moisture on the fire endurance of building elements. *ASTM Spec. Tech. Publ.* 385, 74–95 (1965).
10. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника: система нормативных документов в строительстве: строительные нормы и правила (утв. Постановлением Госстроя России от 19.01.98 №18-8).
11. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций / НИИЖБ. – М.: Стройиздат, 1986. – 40 с.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ

Б.С. Садовский¹, К.А. Мочкин², Е.В. Игнатова³

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (sadvovskiy@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (kingforp@gmail.com)

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (eell2009@yandex.ru)

Аннотация

В наше время трудно представить мир без механических помощников. Они применяются в медицине, спасая человеческие судьбы, а порой и жизни; в космосе, исследуя поверхности планет Солнечной системы; в сфере развлечений, неся людям радость; быту (например, робот-пылесос) и производстве (роботизированная техника на заводах). Строительную сферу этот прогресс не обошел стороной. Задача данной статьи - показать значение робототехники в строительстве, а также сделать предположения по поводу ее развития.

ВВЕДЕНИЕ

Важность строительной отрасли никогда не ставилась под сомнение. При этом строительство – это весьма сложный процесс, который влечет за собой множество проблем.

Одной из них является недостаток высококвалифицированных работников. При этом усугубляет положение непростая экономическая ситуация в стране. С этой проблемой сталкиваются многие строительные компании, в результате чего они вынуждены прибегнуть к использованию дешёвой, но, как правило, неквалифицированной рабочей силы.

Также не стоит забывать, что строительство является одной из самой травмоопасной сферой. Зачастую из первой проблемы вытекает незнание правил техники безопасности и, как следствие, их несоблюдение. А это чревато многочисленными несчастными случаями на рабочих местах. По данным Роструда строительство занимает второе место в списке отраслей, где произошло наибольшее количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями [1].

И не только эта проблема является следствием отсутствия квалификации у рабочих. Не редки случаи, когда рабочие не до конца понимают чертежи или особенности технологических процессов. В лучшем случае, если проблему вовремя заметят, это может привести к увеличению сроков выполнения строительных работ, а также к дополнительным расходам. В худшем – сокращению эксплуатационного срока здания и даже к серьёзной аварии в будущем.

Но научно-технический прогресс не стоит на месте, день за днем расширяя возможности людей. Несколько десятков лет назад человечество и представить не могло, что современные технологии настолько изменят их жизнь. Не исключением стало и развитие роботов, которые уже помогают нам во многих областях, в том числе и строительстве. Помогут ли они решить поставленные проблемы путем замены людей на стройплощадке?

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Последовательность выполнения исследования:

1. Постановка проблемы;
2. Выдвижение гипотезы;
3. Выбор методов исследования;
4. Сбор всей необходимой информации;
5. Проведение исследования и анализ результатов;
6. Формулирование выводов;

Методы теоретического исследования:

1. Анализ – изучение понятия и свойств робототехники, ее особенности взаимодействия с проектированием и программированием.
2. Мысленное моделирование.
3. Индукция.

Робототехника – это прикладная наука, которая занимается разработкой и эксплуатацией автоматизированных технических систем, т.е. роботов.

Чтобы понять, роботы с какими характеристиками лучше всего подойдут для решения поставленной проблемы, более детально изучим их классификацию.

Существуют следующие системы управления (СУ) роботами:

1. Биотехнические (управление роботом с помощью нажатия кнопок, либо путем повторений движений человека);
2. Автоматические (роботам достаточно задать последовательность действий, после чего они могут функционировать без участия человека);
3. Интерактивные (поддерживает управление не только посредством программирования, но текстом и голосом).

В свою очередь, автоматические системы управления делятся на:

1. Программные (роботам заранее задают программы);
2. Адаптивные (улучшенная версия программной СУ, но имеются различные датчики, которые позволяют роботу подстраиваться под окружающую среду и корректировать свою программу);
3. Интеллектуальные (отличительные особенности – самообучение и общение); Автономному роботу необходимо отвечать следующим требованиям:
 1. Иметь возможность собирать и обрабатывать информацию о внешней среде;
 2. Длительное время поддерживать свою работу без вмешательства человека;
 3. Перемещаться в пространстве без команд оператора;
 4. Не создавать опасных ситуаций для человека.

Архитектура автономного устройства:

1. Исполнительные органы (основа робота, в том числе и механизмы, благодаря которым он может взаимодействовать с предметами окружения);
2. Датчики (устройства, позволяющие получить информацию из внешней среды);
3. Система управления (мозг робота, принимающий информацию от датчиков и управляющий всеми механизмами);
4. Система навигации (ориентирование в пространстве и прокладывание оптимальных маршрутов).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Несмотря на постоянно растущие темпы применения роботов в строительстве, речь по большей степени идет о дистанционном управлении техникой, что подразумевает наличие как минимум одного оператора за пультом управления машиной. Проанализировав полученную информацию, становится понятно, что для работы на стройплощадке идеально подойдут роботы с адаптивной системой управления. Из примитивных команд, которые понимает робот, можно будет задавать последовательность действий, которые будут отвечать заранее сгенерированному алгоритму, который, в свою очередь, будет добиваться выполнения исходного задания.

Но перед тем, как получить информацию, без которой нельзя выполнить поставленную задачу (например, координаты, которые робот должен использовать для перемещения или же данные о материалах, которые предстоит использовать), ее надо где-то взять. С этим может помочь BIM-модель проекта (Building Information Model), которая хранит в себе не только визуализацию объекта, но и все данные о нем: рабочую документацию, информацию о материалах, конструкциях, средствах инженерного оснащения, и многое другое. До появления информационного моделирования над одним проектом работало большое количество разных

специалистов, каждый из которых отвечал за свой раздел. А главная трудность заключалась в несогласованности чертежей, вследствие чего возникало множество коллизий. Создание единой информационной модели смогло решить эту и множество других проблем, поэтому технология BIM активно внедряется в строительство во всем мире. А в будущем программисты могут создать софт, который поможет проектировщикам с помощью несложных действий на базе информационной модели дать роботу задание и отслеживать его работу.

Также не исключено, что роботов сделают максимально универсальными, допустив возможность менять рабочие инструменты в зависимости от поставленной задачи. А в случае неисправности робота данная особенность значительно упростит его починку.

Датчики, встроенные в робота, позволят перемещаться по стройплощадке не только за счёт изначально запрограммированной траектории, но и минуя объекты и препятствия, встречающиеся на пути. Это не только повышает автономность робота, но и делает более безопасным нахождение человека на стройплощадке. Также они могут передавать считанную информацию в дата-центр, тем самым дополняя информационную модель проекта.

Получается, автономные роботы без проблем смогут заменить человека на стройке. Но эффективно ли это будет?

Определенно да. Преимущества роботов над людьми тому доказательство:

1. Продолжительность жизни больше, чем у человека. Взаимозаменяемые детали.
2. Легко обучается. Достаточно лишь обновить программу.
3. Может работать в труднодоступных местах и там, где опасно находиться человеку.
4. Не наносят ущерб экологии, т.к. используют только электричество для функционирования.
5. Не нуждаются во сне, еде, больничных и отпусках. Максимум, что может потребоваться – подзарядка аккумулятора.
6. Роботов легче модернизировать.

ВЫВОД

Таким образом, вполне вероятно, что в будущем автономные роботы смогут отчасти заменить людей, как минимум, в строительной отрасли. Что позволит решить обозначенные в начале статьи проблемы ввиду совершенства робота над человеком. А это, как следствие, повысит качество выполнения строительных работ, снизит затраты и расходы на рабочую силу, сократит сроки выполнения работ и, в целом, облегчит жизнь человеку. Ведь роботы не просто будут замещать людей на стройплощадках, а буквально открывать перед строителями новые горизонты и форматы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единый портал Федеральной службы по труду и занятости [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannyie-s-etim-zabluzhdeniia?from=c1 Дата обращения: 29.08.2018.
2. Колтаков С. Г., Мячиков А. Д. Классификация роботов по использованию, передвижению и компонентам // Молодой ученый. — 2017. — №3. — С. 241-244. — URL <https://moluch.ru/archive/137/36438/> (дата обращения: 29.08.2018).
3. Михайлов Б.Б., Назарова А. В., Ющенко А. С. Автономные мобильные роботы - навигация и управление // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. №2 (175). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtonomnye-mobilnye-roboty-navigatsiya-i-upravlenie> (дата обращения: 30.08.2018).

4. Робототехника [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0#cite_note-2 (дата обращения: 31.08.2018).
5. *Боранбаев М. С., Андреева Т. В., Риман О. Д.* Разработка робота для транспортировки малогабаритных объектов на базе микроконтроллера AVR // Молодой ученый. — 2016. — №11. — С. 277-286. — URL <https://moluch.ru/archive/115/31118/> (дата обращения: 31.08.2018).
6. *Гинзбург А.В., Лобырева Я.А., Семернин Д.А.* Системный подход при создании комплексных автоматизированных систем управления и проектирования в строительстве / Научное обозрение, 2015, №16, - с.461-464.

СИСТЕМЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕСШИТОГО ПЕНОПОЛИЭТИЛЕНА

В.С. Семенов¹, А.Д. Жуков²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (*science-isa@yandex.ru*)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (*lj211@yandex.ru*)

Аннотация

Системы изоляции строительных конструкций предполагают решение следующей группы задач: создание благоприятных условий для работы строительных конструкций; сокращение теплопотерь через изоляционную оболочку; создание комфортных условий в помещении. Поэтому тематика статьи может рассматриваться как актуальная. В статье на примере систем фасадных теплоизоляционных композиционных рассматриваются аспекты реализации строительных систем с точки зрения, минимизации потерь тепла через контактные участки и степени влияния паропроницаемости строительных конструкций на температурно-влажностный режим помещений. Обязательными критериями строительства с применением строительных систем являются условия безопасности. Условие безопасности включает как конструктивную безопасность (в том числе безремонтный цикл), так и пожарную безопасность. Этот критерий определяется как качеством проекта с учетом свойств комплектующих материалов, так и грамотным монтажом.

ВВЕДЕНИЕ

Грамотное проектирование фасадных систем является одним из основных факторов, обеспечивающих эффективность зданий на этапе эксплуатации. Эта задача может, в частности, реализовываться в рамках информационной модели зданий.

Понятие «строительная система» вошло в обиход и строителей и проектировщиков в начале 90-х годов сначала для конструкций фасадов и интерьеров, а далее распространилось и на другие строительные конструкции. Основным признаком систем и целью их создания является обеспечение совместной работы строительных материалов (различных по своей природе и функционалу) с целью повышения эффективности конструкций [1–2]. Системы изоляции строительных конструкций предполагают решение следующей группы задач:

- создание благоприятных условий для работы конструкции в целом, что позволяет обеспечить их долговечность и продлить сроки безремонтных периодов эксплуатации;
- снижение потерь тепла через изоляционную оболочку, что предполагает, во-первых, использование эффективных теплоизоляционных материалов; во-вторых, минимизацию потерь тепла через контактные теплопроводные мостики; в-третьих, исключение фильтрации воздуха и паровоздушной смеси через изоляционные слои;
- создание комфортных условий в помещении, т.е. оптимального температурно-влажностного режима, что также предполагает использование эффективной теплоизоляции.

Здесь является уместным прояснить проблему «дышащих стен». Дыхание – это обменный процесс, во время которого мы вдыхаем кислород и выдыхаем углекислый газ. Из какого бы материала ни были сделаны стены, воздух через них проходить не должен, и он не проходит. Слово «дышащий» используют в строительстве, когда речь идет о регуляции влажности. А воздухообмен в помещениях осуществляется при помощи систем вентиляции и регулярного проветривания. В целом, способность материала «дышать» заключается в том, что он может впитывать избыточную влагу из воздушного пространства и отдавать её, когда воздух становится сухим. Также возникает вопрос о масштабах участия влагоудаления (за счет движения паровоздушной смеси через стены) в регуляции режима влажности в помеще-

нии. С правильно работающей вентиляцией минимум 97 % влаги удаляется из комнатного воздуха через открытые окна и вытяжные вентиляционные каналы. А «дышащие» стены выводят не более 3% влаги, что находится в пределах статистической погрешности. Таким образом, теплоизоляция с низкой паропроницаемостью может применяться в системах фасадных теплоизоляционных композиционных (СФТК) [3–4].

Наиболее применимой в строительстве теплоизоляцией на основе вспененных полимеров являются экструзионный пенополистирол (XPS), изделия на основе пенополиуретанов и пенополиизоциануратов, а также несшитый пенополиэтилен (НПЭ). Эти изделия обладают не только низкой паропроницаемостью, но и являются горючими материалами, при применении которых в фасадных системах необходимо соблюдать определенные ограничения и следовать особым требованиям и инструкциям по монтажу.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В НИУ МГСУ были проведены исследования по возможности применения вспененного полиэтилена (ГОСТ 56729–2015) в системах фасадной изоляции. Отметим, что маты и рулоны из несшитого вспененного полиэтилена (НПЭ) или просто пенополиэтилена широко применяют при различных условиях изоляции строительных конструкций и инженерных систем [5–6].

В рамках эксперимента исследовалась адгезия штукатурных покрытий на основе портландцемента (к теплоизоляционному слою из НПЭ) до и после климатических воздействий. Штукатурное покрытие наносилось на гладкую поверхность образцов несшитого пенополиэтилена и на поверхность, предварительно механически обработанную. Определение прочности сцепления штукатурного покрытия на портландцементе к теплоизоляционному слою из НПЭ осуществлялось через 7, 14 и 28 суток после нанесения на основание.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам эксперимента установлено, что отрыв штукатурного покрытия от основания носит адгезионный характер (по границе «штукатурное покрытие-теплоизоляция»), поэтому значение, полученное при испытании, равно фактической прочности сцепления. Изменение адгезии в результате климатических воздействий изучалось при климатических циклах (z) от 10 до 60 (рис. 1). По результатам проведенных климатических испытаний внешних изменений в штукатурном покрытии отмечено не было. Снижение прочности адгезионного контакта не превысило 20 % и сохранило соответствие нормативным требованиям.

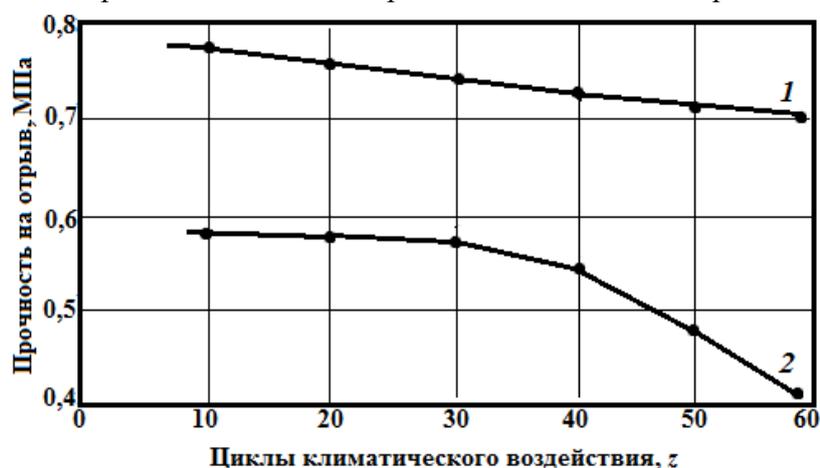
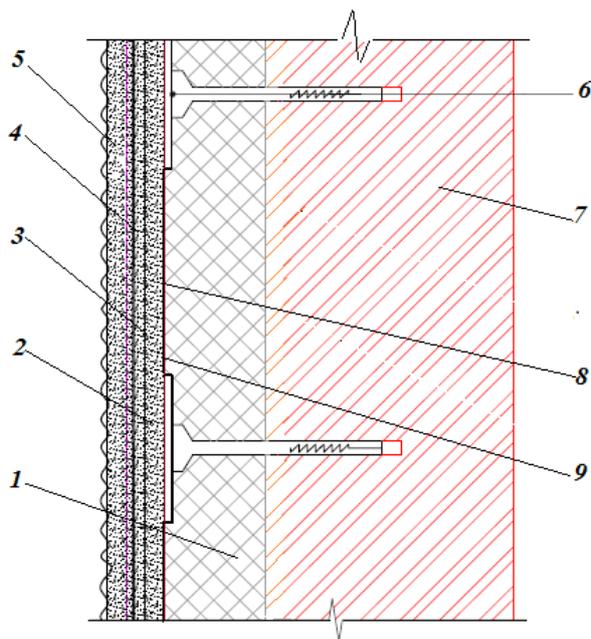


Рис. 1. Изменение адгезии в результате климатических воздействий: 1 – с нанесением насечки на поверхность образца НПЭ; 2 – без обработки поверхности

В качестве основания для таких систем должны использоваться прочные несущие конструкции (стены) из монолитного бетона, из ячеистобетонных блоков (средней плотностью не

ниже 600 кг/м^3), кирпичная кладка. В состав системы входят: изделия на основе вспененного полиэтилена – маты или рулоны; тарельчатые дюбели с распорным элементом; адгезионная грунтовка, наносимая на слой теплоизоляции; базовая штукатурка; фасадная стеклотканевая щелочестойкая сетка; финишная грунтовка; защитно-декоративная штукатурка (рис. 2).

При монтаже листы (маты или рулоны) НПЭ механически закрепляют на изолируемой поверхности с помощью распорных дюбелей, соединяют внахлест и сваривают горячим воздухом. Прорезаются отверстия для окон и дверей, укладываются противопожарные рассечки и обрамления. Наносится адгезионная грунтовка на изолируемые поверхности и (по сырому) первый слой базовой штукатурки толщиной 5–8 мм. В слой базовой штукатурки втапливается стеклотканевая сетка и наносится второй слой базовой штукатурки толщиной 4–6 мм. После высыхания базового слоя наносится финишная грунтовка и защитно-декоративная штукатурка.



1 – теплоизоляция (НПЭ рулонный или маты);
2 – базовый штукатурный состав; 3 – фасадная стеклотканевая щелочестойкая сетка; 4 – грунтовка финишная; 5 – защитно-декоративная штукатурка; 6 – тарельчатый дюбель с распорным элементом; 7 – несущая стена; 8 – грунтовка адгезионная; 9 – стеклотканевая сетка монтажная

Рис. 2. Система фасадной изоляции с применением несшитого пенополиэтилена

ВЫВОДЫ

Реализация систем фасадной изоляции (СФТК) с применением несшитого пенополиэтилена позволяет снизить стоимость строительства и достичь дополнительного теплосберегающего эффекта, обусловленного меньшей теплопроводностью материала и стабильностью его свойств во влажных средах. Минимизация пожарной опасности данного типа материалов осуществляется за счет специальных проектных и инженерных мероприятий. Низкая паропроницаемость вспененных пластмасс незначительно сказывается на показателях комфортности в интерьерах, так как основной объем вентиляции (паро- воздухообмена) приходится на естественную или принудительную вентиляцию помещений, а не на диффузию паровоздушной смеси через слои строительной конструкции.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жук П.М., Жуков А.Д. Нормативная правовая база экологической оценки строительных материалов: перспективы совершенствования // Экология и промышленность России. 2018. № 4. С. 52–57.

2. *Gimenez I., Faroog M.-K., El Mahi A., Kondrotas A., Assarar M.* Experimental analysis of mechanical behaviour and damage development mechanisms of PVC foams in static tests // *Materials Science (Medi-agotyra)*. 2004. № 10 (1). pp. 34–39.
3. Моделирование свойств высокопористых материалов комбинированной структуры / *А.Д. Жуков, Н.В. Наумова, Р.М. Мустафаев, Н.А. Майорова* // «Промышленное и гражданское строительство». 2014. №7. С. 48—51.
4. *Умнякова Н.П., Цыганков В.М., Кузьмин В.А.* Экспериментальные теплотехнические исследования для рационального проектирования стеновых конструкций с отражательной теплоизоляцией // *Жилищное строительство*. 2018. №1-2. С. 38-42.
5. *Жуков А.Д., Тер-Закарян К.А., Заяфаров А.В., Петровский Е.С., Тучаев Д.У.* Системы изоляции скатных крыш // *Крыши и кровли*. 2017. №6. С. 27–29.
6. *Семенов В.С., Тер-Закарян К.А., Жуков А.Д., Сазонова Ю.В.* Особенности реализации изоляционных систем в условиях Крайнего Севера // *Строительные материалы*. 2018. №4. С. 65–69.

СИСТЕМОТЕХНИКА ПРОЕКТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Д.Н. Силка

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (silkadn@mgsu.ru)*

Аннотация

Сфера жилищного строительства в ближайшее время получит новые драйверы роста. Это связано с переходом от долевого на проектное финансирование. Одновременно с изменением отраслевой политики меняется содержание спроса и предложения. Граждане начинают тщательно оценивать строительные концепции и те преимущества, которые предлагают конкретные застройщики. В этих условиях применение системного анализа становится необходимым для оценки последствий, вызванных мерами государства и частного бизнеса. В статье показано, что развитие технологий цифровой экономики делает возможным по-новому применить методы имитационного моделирования и реализовать инструментарий системотехники. Возможность подключения к вопросу широкого круга общественности позволяет предугадать и предупредить неэффективные управленческие решения.

ВВЕДЕНИЕ

Наличие нерешенных проблем в сфере жилищного строительства обуславливает появление новых организационных схем, которые призваны повысить гарантии конечного потребителя в получении качественного и комфортного объекта жилого назначения. Жилищное строительство связано как с решением социальных вопросов, так и инженерно-технических [7, 8]. В этой связи рассмотрение жилищного строительства в разрезе вопросов системотехники, охватывающей задачи проектирования, создания, испытания и эксплуатации сложных систем имеет большое значение для отрасли. В профильных работах авторы активно применяют арсенал системотехники и системного инжиниринга применительно к проектам жилой недвижимости [2, 5, 6]. Методы системотехники, решающие множественные междисциплинарные и стыковые инженерные проблемы, рассматривающие проект в целом в течение его жизненного цикла способствуют достижению существенного роста эффективности. При этом актуальность дальнейших научных исследований, закономерностей и специфики жизненного цикла проектов жилищного строительства не снижается. Тот факт, что доленое финансирование не позволило в конечном счете обеспечить непрерывный рост ввода новых жилых площадей свидетельствует о том, что система не смогла достичь оптимального режима функционирования и оптимального управления. Следовательно, разработка новых методов и подходов системного управления остается актуальной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Как известно, сложным системам, к которым в полной мере относится инвестиционно-строительная деятельность и жилищное строительство в частности, характерна поэтапная организация проектирования, включающая: а) макропроектирование (внешнее проектирование), в процессе которого решаются функционально-структурные вопросы системы в целом, и б) микропроектирование (внутреннее проектирование), связанное с разработкой элементов системы [1, 3]. Гипотезой в данном исследовании является предположение того, что применение системного подхода с позиции целенаправленного учета экономических интересов заинтересованных сторон на всех уровнях позволит обеспечить инвестирование и кредитование жилищного строительства, а также повысить ответственность строительных предприятий за результаты своей деятельности. Модель проектного финансирования в жилищном строительстве, идущая на замену долевого финансирования, должна базироваться на опреде-

лении целей создания нового механизма и круга решаемых задач; оценке влияющих факторов и определении их характеристик; на выборе и обосновании показателей эффективности системы. Итоговое содержание организационно-экономического механизма должно быть получено на основе проигрывания различных вариантов системы жилищного строительства. Анализ вариантов формирования новой системы может быть реализован с помощью инструментов моделирования, к которым в наибольшей степени соответствует например, имитационное моделирование.

Организация жилищного строительства на принципах проектного финансирования предполагает множество разных алгоритмов и схем взаимоотношений. Имитационное моделирование позволяет учесть такие моменты как:

- 1) отказ банков от финансирования застройщиков в силу определенных рисков событий;
- 2) снижение платежеспособного спроса населения при одновременном повышении стоимости жилья в силу участия банков в схеме строительства и получении своего процента за ссуженный капитал;
- 3) снижение количества строительных предприятий в силу повышения барьеров входа в отрасль и монополизация локальных рынков;
- 4) увеличение затрат строительных организаций на подготовку проекта к реализации из-за необходимости разработки и предоставления обосновывающих документов банку и др.
- 5) низкие возможности предприятий по ведению гибкой ценовой политики в силу обременений со стороны банка.

В связи с усложнением пока еще действующей схемы долевого финансирования, уже сейчас отрасль жилищного строительства создает большую нагрузку на банки. С 1 июля 2018 года федеральным законом введен прямой запрет на осуществление ряда операций по счету застройщика, а также регламентирован порядок банковского сопровождения, в том числе предусмотрен механизм, позволяющий банку отказать в проведении операций, если они связаны с не целевым расходованием средств. Также законом предусмотрено использование механизма счетов эскроу при привлечении средств граждан-участников долевого строительства - с 1 июля 2019 года будет обязательным в отношении проектов, по которым первый договор участия в долевом строительстве будет направлен на государственную регистрацию с указанной даты [4]. При введении нового механизма банкам и застройщикам необходимо выстроить эффективную систему экономических отношений.

Таким образом, грядущие глобальные нововведения в наибольшей степени затрагивают вопрос инвестирования и кредитования в жилищную сферу, что является очень ответственным моментом. Имитационное моделирование, предполагающее применение таких математических методов как теория вероятностей, факторный анализ, статистика и других призвано описать реальные процессы и последствия, которые получит профессиональное сообщество уже через несколько лет. Для практического применения методов имитационного моделирования необходимы имитирующие компьютерные программы. Если принципы имитационного моделирования в науке и практике известны, то для их применения в строительстве важным вопросом остаётся информационная база для исследований. В этом отношении можно выделить данные и информацию по следующим источникам:

- Росстат, показатели по демографической ситуации, доходам населения и хозяйствующих субъектов;
- Минстрой России, показатели по ЖКХ, программам благоустройства городов, ипотечному кредитованию, динамике инвестиций частного бизнеса в проекты ГЧП, концессии и др.;
- Агентства недвижимости, показатели по динамике спроса и предложения;
- Социальные опросы граждан, потребительские предпочтения и настроения;
- Специальные доклады, отчеты, результаты выполнения грантов по профильной тематике.

Особую ценность в настоящее время занимают сведения, которые можно получить с помощью краудсорсинговых проектов. Они основаны на информационных технологиях, которые собирают заинтересованных людей в едином виртуальном информационном пространстве и дают возможность предлагать свои идеи на заданную тему, комментировать и обсуждать, дорабатывать и выбирать лучшие. В настоящее время такие технологии дают возможность получать максимально достоверный результат при безграничном объеме сведений. На основе объединения людей по интересам, единству проблемы можно собирать сведения для дальнейшей обработки и анализировать результативность предлагаемых управленческих решений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Имитационное моделирование развития жилищного строительства с привлечением технологий краудсорсинга ставит целью рассмотреть уровень, динамику, процессы удовлетворения экономических интересов в инвестиционно-строительной сфере. Анализ теории и практики имитационного моделирования, а также выполненных краудсорсинговых проектов позволяет представить результаты, которые можно получить в интересах развития отрасли жилищного строительства.

Во-первых, имеется совокупность входных параметров, описывающих и/или влияющих на отрасль жилищного строительства. При их изменении и далее вводе в имитационную модель обыгрываются различные варианты, которые далее оцениваются с помощью краудсорсинга. При этом результаты принимаются не только отраслевым органом управления для выработки, совершенствования отраслевой политики. Различные инновационные, производственные решения строительных предприятий оцениваются широким сообществом заинтересованных лиц.

При этом застройщики могут ориентироваться на потребителей строительной продукции не только в вопросе формулировки потребностей, но и в определении типа и формы недвижимости и усовершенствований, которые бы удовлетворили эти потребности. Как результат, улучшение удовлетворения спроса на строительную продукцию способно нивелировать такие проблемы проектного финансирования как более высокая цена конечной продукции в сравнении с долевым финансированием.

Во-вторых, краудсорсинговый проект позволяет сформировать репутацию, бренд, имидж строительного предприятия, что является весьма важным для партнера – финансового института. На имитационной модели обыгрывается ситуация и условия, которые привели к росту делового имиджа, или напротив, негативно повлияли на него.

В-третьих, в краудсорсинговых проектах в качестве привлекаемых к решению обозначенной задачи участвуют не только физические лица, но и юридические. Различные консалтинговые компании, исследовательские организации, научные учреждения дают обоснованные предложения и разработки. Они могут разработать непосредственно различные имитационные модели, которые также представляют собой серьезный результат интеллектуальной деятельности. Предложить методы распространения знаний, организовать обработку большого количества данных.

Технологии, основанные на краудсорсинге основаны на информационных технологиях, включая социальные сети и другие приложения, доступные любому современному человеку. Их применение в настоящее время ещё не раскрыло свой полный потенциал.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования было установлено, что сфера жилищного строительства достигла предела своего развития на основе прежних организационно-экономических схем, моделей и механизмов. При этом системотехника для строительной отрасли, в том числе для решения задач организационного характера имеет высокое значение. Имитационное моделирование, свойственное методам системотехники не несет в себе абсо-

лютную новизну. При этом применение принципиально новых источников информации, сведений и данных, подключение к анализу больших групп граждан и юридических лиц, реализация концепции «Big Data – большие данные» делает возможным подойти к решению проблем по новому. До настоящего времени развитие сферы жилищного строительства происходило в том числе и на принципах проб и ошибок. Применение информационных технологий и имитационного моделирования позволяет заранее предопределять сценарии развития сферы жилищного строительства при различных вариантах реализации отраслевой политики.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусленко Н. П., Калашиников В. В., Коваленко И. Н. Лекции по теории сложных систем, М., 1973.
2. Гусакова Е.А. Системотехника проектов девелопмента недвижимости: актуальные подходы и модели // Экономика и предпринимательство. 2017. № 3-2 (80). С. 869-873.
3. Гуд Г.-Х., Макол Р.-Э., Системотехника. Введение в проектирование больших систем, пер. с англ., М., 1962; Справочник по системотехнике, пер. с англ., М., 1970.
4. Глава Минстроя обсудил с банкирами и застройщиками закон о долевом строительстве // Минстрой России URL: <http://www.minstroyrf.ru/press/glava-minstroya-obsudil-s-bankirami-i-zastroyshchikami-zakon-o-dolevom-stroitelstve/> (дата обращения: 10.09.2018г.).
5. Лысанова М.В., Буликов С.Н., Сухов В.Д. Системотехника в организации строительного производства // глобальный научный потенциал. - 2017. - №6 (75). - С. 37-40.
6. Сборщиков С.Б., Лейбман Д.М. Стратегический контроллинг - инструмент обеспечения устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности // Вестник белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2018. - №2. - С. 88-93.
7. Яськова Н.Ю., Силка Д.Н. Управление инвестиционно-строительной деятельностью в циклической динамике. Москва, 2011.
8. Яськова Н.Ю. Инновационные метаморфозы инвестиционных циклов // Экономика строительства. 2013. № 3 (21). С. 49-59.

АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Л.Е. Суркова¹, Е.К. Суркова², Н.А. Гаряев³

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (LSurkova2004@yandex.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (garyaev@mgsu.ru)

Аннотация

В статье рассмотрена образовательная подсистема строительной отрасли. Развитие информационных технологий и систем способствует не только развитию дистанционного электронного образования, но и внесению изменений в классический образовательный процесс. Целью данного исследования является предложение образовательных технологий на базе современных технических средств и программного обеспечения. В работе проведен краткий анализ образовательных отношений в строительном университете. Выделены особенности современного студента, использующего смартфоны и планшеты в повседневной жизни как неотъемлемую ее составляющую. Отмечена специфика строительного образования, имеющая в своем составе достаточно много точных дисциплин, требующих знаний формул, алгоритмов, логических действий. Предложено направление по улучшению качества подготовки студентов строительного профиля путем введения автоматизированного тестирования по лекционному материалу. Приведены кратко особенности автоматизированных систем тестирования знаний. Предложена концепция системы тестирования, отличительной особенностью которой является мобильность, доступность результатов тестирования преподавателю в любое время, генерация исходных данных вычислительных задач случайным образом, возможность закладывать алгоритм решения сложных расчетных задач. Такой подход одновременного контроля знаний и обучения в дополнение к традиционным образовательным занятиям позволит, по мнению авторов, повысить результативность освоения точных технических дисциплин и улучшит качество проведения практических и лабораторных занятий.

ВВЕДЕНИЕ

Строительная отрасль – это сложная система, одной из подсистем которой является подготовка квалифицированных кадров. Развитие информационных технологий, технических и программных средств, а также электронного и дистанционного образования на их основе [1-6], требует внесение изменений в классический образовательный процесс, в том числе и строительного направления [7, 8]. Строительное образование имеет свою специфику, где преобладают точные технические дисциплины, которые необходимо не только запомнить, но и уметь применять. Целью данного исследования является предложение образовательных технологий на базе современных технических средств и программного обеспечения. Для лучшего освоения точных дисциплин предлагается использовать мобильные устройства с программным обеспечением для автоматизированного тестирования знаний и возможностью генерации случайных исходных данных тестовых заданий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведем краткий анализ [9] современного студента и образовательной среды. Современный студент, как правило, имеет мобильное устройство, смартфон, планшет, с которым практически не расстается, используя его прежде всего для получения информации, общения, проведения финансовых операций, прокладки маршрута и др. целей. Может не посещать лекции, т.к. фактически нет обратной связи по результатам посещения. С пропущенной лекцией можно ознакомиться в том же смартфоне.

Как было отмечено выше, строительное образование – это в большей степени точные дисциплины, где есть формулы, алгоритмы решения задач, где задачи могут быть хорошо структурированы, а значит, могут быть заложены в систему тестирования. И что бы применять на практике такие знания не достаточно уметь найти нужную информацию, формулу, необходимо держать в «оперативной» памяти эти знания, что бы проработать проблему и найти варианты ее решения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предлагается для лучшего понимания, запоминания и, главное, применения полученной информации, проводить автоматизированное тестирование студентов по лекционному материалу.

Автоматизированные системы тестирования знаний широко применяются в образовании. Как правило, целью их применения является автоматизация и повышение объективности в проверке знаний, их оценивании. При этом системы позволяют закладывать тесты разных типов [10]: открытые – требующие введения своего ответа обучающимся, закрытые – варианты ответов приведены. Задания могут иметь разный уровень сложности (4 уровня по возрастанию): задание на узнавание (запоминание), на воспроизведение, на осмысление (понимание), на применение. Могут быть использованы разные модели учета уровней сложности в совокупном итоговом балле за тест, определен пороговый балл прохождения теста. При этом тестирование выполняет не только диагностическую, но и обучающую функцию (повторяя несколько раз один и тот же материал). По мнению авторов, целесообразно проводить автоматизированное тестирование по материалам лекций до проведения практических работ, с целью подготовки к ним, к лучшему восприятию практических навыков. Для технических дисциплин целесообразно сделать упор на понимание и применение формул (высокий уровень сложности) и задания открытого типа, что бы исключить процесс «угадывания» правильного числового результата.

На основе выше сказанного предлагается концепция автоматизированной системы тестирования. Такая система тестирования должна отвечать следующим требованиям:

1. Система тестирования должна иметь мобильную версию и легко устанавливаться на мобильные устройства студентов.
2. Результаты тестирования, количество подходов, информация об устройстве студента должны быть доступны преподавателю в любое время в виде сводного отчета по конкретной группе и студенту.
3. Количество подходов тестирования не ограничено, т.к. цель такого тестирования – не только проверка полученных знаний, а, собственно запоминание и применение изложенного материала.
4. Система тестирования должна позволять генерировать случайным образом в заданном диапазоне исходные данные для решения вычислительных задач. Это самое важное требование, предъявляемое к системе тестирования.

Это может быть генерация исходных переменных вычислительной задачи в заданных диапазонах или выбор исходных данных из заложенного списка, либо исходные данные могут быть рассчитаны по заранее заложенным формулам. В дальнейшем вводится также алгоритм решения задачи в виде последовательности арифметических действий. Такой подход не позволит тестируемому выбрать правильный ответ путем перебора всех возможных вариантов при отсутствии ограничений на время прохождения теста и количества подходов.

На первом курсе обучения направления подготовки Строительство есть такие дисциплины как физика, химия, теоретическая механика, высшая математика. Практические занятия, на которых применяется лекционный материал для решения практических задач и исследовательских заданий, по мнению авторов, проходили бы более продуктивно, при условии успешного прохождения предложенного выше автоматизированного тестирования. Такая система позволит лучше запомнить и освоить теоретический материал, исключить «уга-

дывание» правильного ответа теста в вычислительных задачах, ориентированных на применение определенных формул и алгоритмов.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования проведен краткий анализ образовательных отношений в строительном университете, выделены особенности современного студента и отмечена специфика строительного образования. Предложено направление по улучшению качества подготовки студентов строительного профиля. Предложена концепция системы тестирования, отличительной особенностью которой является мобильность и направленность на решение задач со случайной генерацией исходных данных. Такой подход одновременного контроля знаний и обучения позволит, по мнению авторов, повысить результативность освоения точных технических дисциплин и улучшит качество проведения практических и лабораторных занятий. В рамках данного исследования не ставилось задачей сравнительного анализа имеющихся на рынке систем тестирования, что в дальнейшем представляет определенный интерес, по мнению авторов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Суркова Л.Е.* Информационные технологии как предмет изучения и как средство обучения в образовательном процессе // Международный сборник научных трудов «Новые технологии в науке, образовании, производстве» по материалам международной научно-практической конференции 10-13 ноября 2017 г. – Рязань: Частное образовательное учреждение высшего образования «Региональный институт бизнеса и управления», 2017. – С. 491-497.
2. Открытое образование [Сайт]. URL: <https://openedu.ru> (дата обращения 07.08.2018).
3. *Постников И.И., Суркова Л.Е., Шурупов А.А.* Интернет в дистанционном образовании // Радиоэлектронные устройства и системы для инфокоммуникационных технологий – РЭУС-2018: сб. докладов по материалам Междунар. конф. – Москва, 2018. – С. 254-258.
4. *Мокрова Н.В., Мокров А.М.* Программные средства реализации дистанционных образовательных технологий // Информационно-технологический вестник. 2018. Т. 15. №1. С. 120-126.
5. *Друшляков Г.И., Мокрова Н.В., Назаренко Э.Г., Назаренко А.Э.* Практика использования облачных технологий в учебном процессе // Конференциум АСОУ: сборник научных трудов и материалов научно-практических конференций. 2016. – № 4. С. 1363-1374.
6. *Мокрова Н.В.* Роль информационных технологий в реализации образовательных программ. // Проблемы и перспективы развития образования в России. 2015. № 33. С. 79-83.
7. *Волков А.А.* Новый облик и новый этап развития НИУ МГСУ // Вестник МГСУ. – 2017. – №9. – С. 945-946.
8. *Волков А.А.* НИУ МГСУ – к новым победам! // Строительство: наука и образование. – 2017. – №3. – С. 1.
9. *Вдовин В.М., Суркова Л.Е., Валентинов В.А.* Теория систем и системный анализ: Учебник для бакалавров (3-е изд.). – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2016. – 644 с.
10. *Попова Л.В.* Педагогическое обеспечение онлайн-обучения: дистанционный курс. Университет без границ [Сайт]. URL: <https://distant.msu.ru/course/view.php?id=1332> (дата обращения 08.08.2018).

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ: ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ, АРХИТЕКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

С.Л. Тен¹, О.Н. Кузина²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (tenserger97@mail.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (kuzinaon@mgisu.ru)

Аннотация

Статья посвящена вопросам функционирования геоинформационных систем в сфере строительства. Применение геоинформационных систем необходимо для анализа и согласования, размещения большого объема геопространственных данных, которые становятся важнейшим элементом в общей системе контроля и планирования на всех этапах строительства. Также в статье рассматривается архитектура и перспективы развития данных систем в области строительства.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство – это фундамент развития всех отраслей народного хозяйства, а также особенно важная отрасль материального производства государства. В строительстве уже давно и успешно используются геоинформационные системы, для улучшения функционирования ее деятельности.

Географическая информационная система (ГИС) – система, осуществляющая сбор, хранение, анализ и графическую визуализацию пространственных данных и связанных с ними информационных объектов, отображаемых на карте. ГИС - это инструмент для пользователей по поиску, анализу и редактированию цифровых карт, позволяющий также получить дополнительную информацию об объекте (высота здания, адрес, количество проживающих).

2017 год показал динамику роста рынка геоинформационных услуг в России, увеличившись на 20 %. Такой же показатель отмечался и в 2016 году; тогда в денежном выражении объем отечественного рынка геоинформатики составил 6,2 млрд \$. В 2017 году эта цифра достигла 6,5 млрд \$; из них порядка 15 % приходится на собственно разработку, внедрение и сопровождение информационных систем (в том числе, корпоративные ГИС), 40 % – на сектор спутниковой навигации, еще 25 % составляет сегмент, связанный со сбором, обработкой и генерированием пространственных данных. Оставшиеся 20 % включают в себя геодезические/картографические услуги и специализированное оборудование [5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В строительной отрасли состояние объекта меняется циклично, сначала этап планирования, подготовки проекта, утверждения и согласования проект и далее экспертиза проектной документации. Очевидно, чем масштабнее проект, тем больше информации нужно участникам. С появлением электронных систем, таких как САД, расширились возможности проектировщика-пользователя, множество задач упростились. Но без учета большинства коммуникационных, природных и социальных факторов, без географической привязки огромного блока информации не может функционировать ни одна застройка [8].

Поэтому ГИС в строительстве не стоит рассматривать как отдельный инструмент, который нужен только лишь для учета расположения застроек на карте. Применение геоинформационных систем нужно для согласования, размещения и анализа огромного количества данных, которые занимают одно из важных звеньев в целой системе контроля и планирования на всех этапах строительства [11].

В настоящее время комплексное внедрение географической базы и пространственной информации в строительстве является необходимостью, как для специалистов контролиру-

ющих строительство органов на муниципальном уровне, так и в комплексных укрупненных моделях управления территориями на федеральном уровне.

Данный подход включает, с одной стороны интеграцию геоинформационных систем с другими системами управления и планирования, слияние большого объема данных с возможностью отобразить их на карте [4].

Геоинформационные системы в области строительства предназначены для разрешения следующих задач:

- планирование размещения объектов инфраструктуры в районе стройки при учете уже существующей инфраструктуры;

- выбор территории под строительство, учет геодезических, геологических данных, организационно-социальных данных (глубина залегания грунтовых вод и характеристика почвы, расстояние от промышленных зон заводов, параметры и состояние рынка недвижимости на близлежащих участках, точные границы административных районов и др.);

- планировка транспортной сети в районе строительства, вспомогательных и основных маршрутов передвижения транспорта;

- проектирование энергетических и инженерных сетей области застройки при учете характеристики грунта и рельефа местности;

- определение наиболее близко расположенных поставщиков строительных материалов, специализированных учреждений, которые предоставляют инженерные и другие подобные услуги, которые необходимы в процессе застройки [10];

- оптимизация и определение нужного количества трудовых ресурсов, строительных машин и механизмов, материалов и оснастки;

- мониторинг изменений инженерных систем комплекса зданий (электронный журнал), прогнозирование, анализ сценариев таких изменений;

- прогнозирование рисков возникновения аварий инженерной инфраструктуры.

Архитектура ГИС (рис. 1) состоит из ядра, которое является блоком функций прогнозирования и анализа отклонений данных, который аккумулируется на геоинформационном сервере. Эти данные представляют собой пространственную модель, реестры и спецификации объектов. Задачи, которые решает функциональный блок – это информационная поддержка процессов организации элементов строительного процесса, формирование генплана участка застройки, учет нормативных ограничений и требований, учет поэтапного финансирования, моделирование процессов на строительной площадке. Блок вывода данных необходим для получения аналитических отчетов и интегральных моделей территории застройки на базе методического, аппаратного и программного обеспечения. Функциональный блок ввода данных должен удовлетворять требованиям строгой регламентации пропусков на редактирование и ввод информации, а также сохранности данных при преобразовании их формата в иной.

Применение прикладных ГИС дает возможность формировать большой объем вариаций организации пространства на генплане строительной площадки, особенно в стесненных условиях городской застройки. Современные средства импорта информации дают возможность применять в ГИС муниципальные, федеральные и отраслевые базы данных, информацию научно-исследовательских и проектных институтов и подобных заинтересованных учреждений в стандартных форматах. Это значительно уменьшает затраты на получение исходных данных о характеристике исследуемых участков. На этапе проведения изысканий пространственная информация заносится в базу геоинформационных систем, чтобы в дальнейшем на ее основе осуществлять процессы принятия проектных решений.

Блок ввода данных постоянно пополняется данными из внешних информационных и географических систем, далее передается для оперативной обработки в ядро, после чего используется для формирования отчетной информации пространственного типа.

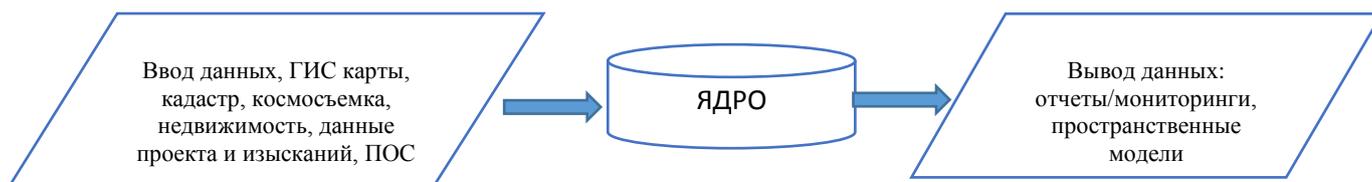


Рис. 1. Архитектура ГИС

При создании информационной системы строительного объекта на географической основе формируются подсистемы по уровням обработки информации (кодирование вводимой информации об объекте, геометрическое моделирование, имитационное моделирование для контроля входных данных и для контроля выбранных проектных решений, моделирование в режиме реального времени).

Трехмерные геоинформационные системы зачастую называются виртуальными. Виртуальная геоинформационная система имеет возможность разрешать задачи устранения пространственных коллизий, позволяет отобразить различные варианты обзора фронта работ или фронта анализа проекта, позволяет осуществлять вариантное моделирование [6].

ГИС строительного объекта особенно важна на этапе эксплуатации здания, что бы оценить состояние благоустройства территории, прогнозировать риски наступления аварий и чрезвычайных ситуаций [9].

Пользователи ГИС (проектировщики и заказчик) имеют возможность получить виртуальный снимок территории застройки с расположенными на ней сооружениями и зданиями, получить трехмерное изображение ландшафтного пространства (рис. 2). Важным преимуществом использования ГИС является возможность моделирования пространства с целью обеспечения безопасности территории, проектировать освещение, малые архитектурные формы, оценить состояние загруженности дорог, получить границы выделенных территорий парков и охранных зон.

Так трехмерные геоинформационные системы, в отличие от двухмерных, дают возможность формировать новые, удобные для анализа визуализации ландшафта, сооружений и зданий, анализ взаимодействия объектов с окружающим пространством и друг с другом, инфраструктуры от 10 метров до 100 километров. Их особенным преимуществом является возможность фотореалистичной визуализации проектов строительства объектов и их территории [5].

Географическая информация является важным компонентом для решения задач методом системного анализа в строительстве. Использование ГИС позволяет участникам проекта на каждом этапе жизненного цикла работать не просто с проектной моделью, а моделью с привязкой к конкретной местности и объектами инфраструктуры.

Цифровая трансформация в строительной отрасли затрагивает такие сферы, как ЖКХ, энергетика, транспортная инфраструктура, социальная сфера. Развитие ГИС платформ, безусловно, позволяет повысить эффективность управления ресурсами и системами города, внедрять инновационную инфраструктуру, создавать комфортную и безопасную среду обитания человека.

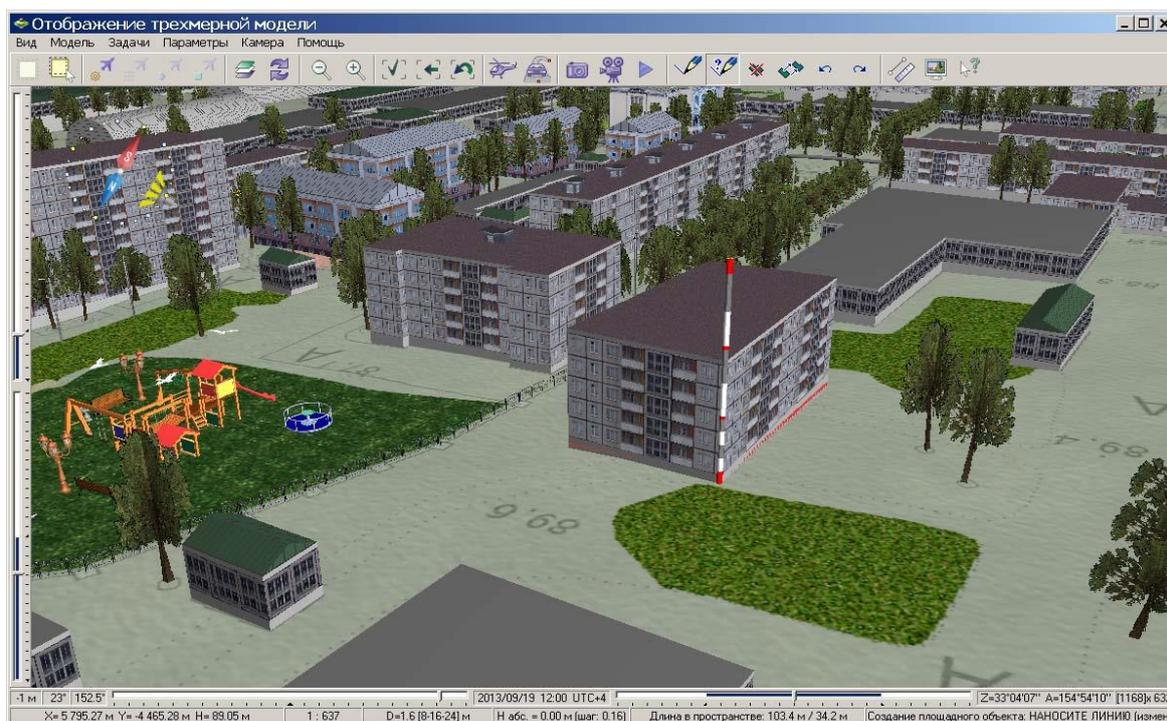


Рис. 2. Трехмерные ГИС

При интеграции технологии BIM с геоинформационным моделированием получаются модели, позволяющие осуществлять планирование, при котором принятие решений опирается на местные и региональные особенности и характеристики площадки застройки.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Таким образом, перспективами развития геоинформационных систем в строительстве являются следующие:

1. Интеграция информационных моделей – баз данных разного уровня детализации с пространственными геоинформационными моделям.
2. Разработка регламентов сочетаний вводной информации для геоинформационных моделей по объектам различного назначения, по условиям местности, на которой будет производиться строительство, с учетом геологической и климатической ситуации.
3. Развитие процессов глобализации геоинформационных систем, а также развития системы безопасности хранения и передачи данных.
4. Повышение интенсивности использования территориальных ГИС как на федеральном и региональном, так и на муниципальном уровнях.

Безусловно, построение ГИС на каждый новый объект – задача трудоемкая. На этапе проектирования ГИС опирается на решения ПОС, ограничения местности и результатов инженерно-геологических изысканий. На каждом этапе жизненного цикла при принятии решений важно учитывать максимальное число факторов, влияющих на основные технико-экономические и эксплуатационные показатели проекта [2, 3].

Табл. 1. Матрица влияния ГИС-BIM на каждом этапе ЖЦО

Влияние элементов ГИС на принятие решений при создании BIM-моделей, %	PRE-BIM 2D модель	D-BIM 5D модель	C-BIM N-D модель	E-BIM N-D модель+	RE-BIM N-D модель++
Привязка исходных данных к местности (геодезия, геология, климат)	80	100	100	80	80

Экологическая инфраструктура	70	90	100	100	100
Наружные инженерные сети	100	100	100	100	100
Транспортная инфраструктура	80	100	80	50	80
Строительная база городской инфраструктуры	100	70	100	50	50
Социальная инфраструктура района	90	50	80	80	100

В данной таблице значение «100 %» отражает абсолютную прямую зависимость решений от указанного фактора, 90 % и ниже – принятие решение ориентируется на данные ГИС, но также сопоставляет дополнительные факторы, которые при принятии решения имеют более высокий ранг. Данные получены на основании метода экспертной оценки.

2D-модель – это плоские чертежи и данные, представленные в текстовой и числовой форме; 3D-модель – это трехмерная модель с учетом данных по стоимости и срокам возведения объекта с привязкой к календарю; N-D-модель – это многомерная модель, учитывающая все оперативные действия на строительной площадке в каждый момент времени; N-D-модель+ - это многомерная модель с учетом данных по результатам мониторинга работы инженерных систем здания, эксплуатационных затрат и результатом обследования здания и систем для дальнейшего переустройства; N-D-модель++ - это эксплуатационная многомерная модель с учетом данных по проекту и факту выполнения работ по переустройству объекта (реконструкции/ реновации/ ретривации/ реверсации/ рекомпозиции/ реставрации/ реабилитации/ рециклингу/ реиквипменту) [7].

ВЫВОДЫ

Подводя итоги, можно утверждать, что геоинформационные системы на каждом этапе жизненного цикла здания - необходимый инструмент для каждой строительной организации, который дает возможность контролировать изменения на строительной площадке, прогнозировать сроки возведения объектов и расходы, отслеживать отклонения от назначенного базового плана, формировать логистику на строительной площадке. На каждом этапе жизненного цикла строительного проекта интеграция геоинформационной модели и BIM модели позволит достоверно проверять информацию и снизить количество ошибок при принятии решения на этапе строительства [1]. По результатам сопоставления интересующих факторов для каждого объекта и на каждом этапе возможно определить их логическое выражение для использования при определении эффективности принятого решения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг. от 9 мая 2017 года № 203.
2. Волков А, Чулков В, Коротков Д. Жизненный цикл здания/Advanced Materials Research. 2015. Т. 1065-1069. С. 2577-2580.
3. Гинзбург А.В. Информационная модель жизненного цикла строительного объекта / Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 9. С. 61-65.
4. Дударева О. В., Королёва А. В. Геоинформационный анализ: учебное пособие / Иркутский государственный технический университет. Иркутск, 2013.

5. *Дупленко А. Г.* Этапы и тенденции развития геоинформационных систем // Молодой ученый. — 2018. — №9. — С. 115-117. — URL <https://moluch.ru/archive/89/18321/> (дата обращения: 19.08.2018).
6. *Емельянова Г.* ГИС сегодня: тенденции, обзор // Сайт «Isicad: окно в мир САПР», 20.11.2016/ URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=15737 (дата обращения: 19.08.2018).
7. *Кузина О.Н.* Верификация информационной модели здания на этапе перехода от проектной стадии к строительству (от D-BIM к C-BIM). // Интернет-журнал «Науковедение». Том 9, № 6 (2017 г.).
8. *Куприяновский В.П., Тищенко П.А., Раевский М.А., Шилов И.В.* Система объективного контроля реализации проектов в строительной индустрии на базе ГИС-решений и ПО IBM Tririga. ArcReview, №1(68), 2014.
9. *Сербулов Ю.С., Павлов И.О.* Геоинформационные технологии : учеб. пособие / Ю. С. Сербулов, И. О. Павлов, В. К. Зольников, Д.Е. Соловей. – Воронеж : Воронежский государственный университет, 2017. – 140 с.
10. *Якубайлик О. Э.* Методы и приемы пространственного анализа в геоинформационных системах : учеб. пособие. – Красноярск : Изд-во КрасГУ, 2016.
11. *Ярошунас А.М., Радченко Л.К.* Применение гис-технологий при капитальном строительстве объектов // Журнал Интерэкспо Гео-сibirь . Том 9, №1 (2017).

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО НАДЗОРА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЮ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Д.В. Топчий¹, А.Я. Токарский²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (89161122142@mail.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (89253221611@mail.ru)

Аннотация

Принципиальное изменение экономической модели развития государства в начале 90-х годов прошлого века, привело к формированию большого количества участников строительного рынка, единственной целью которых стало личное обогащение. При этом вопросы надежности объекта, его безопасности, и тем более культуры производства отошли на второй план.

Структура государственного строительного надзора в России базируется на требованиях Градостроительного кодекса Российской Федерации, однако несмотря на это существует целый ряд факторов, не нашедших отражения в законах и формирующие возможность свободного и неоднозначного трактования.

С 2018 года на территории России вводится критерии риско-ориентированного подхода при осуществлении государственного строительного надзора, что сказывается на регулярности и количестве проводимых проверок.

В этой связи исследования в области систематизации организационных структур государственного строительного надзора, а также формирование научно-обоснованного подхода при создании программы надзорной, деятельности являются актуальными.

ВВЕДЕНИЕ

Основной опасностью (точнее, техногенной опасностью), связанной с эксплуатацией продукции строительного производства, является такое состояние (техническое, физическое) объектов капитального строительства, которое может привести к материальным, социальным и экологическим потерям или рискам проявления этих последствий в виде аварий или разрушений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Учет возможности проявлений негативных последствий, связанных с эксплуатацией строительных объектов производится при помощи количественных и качественных показателей, характеризующих такие особенности функционирования (или свойства) рассматриваемых объектов исследований, как: «надежность» и «безопасность». Формирование условий для надежной и безопасной эксплуатации является приоритетной задачей для объектов капитального строительства любого функционального назначения.

Несмотря на усилия специалистов, совершенствование нормативной базы и повышение уровня технологичности строительных процессов, наблюдается рост числа аварий на строительных объектах, а также тяжести их последствий [1].

К последствиям аварий можно отнести: прямые экономические потери (ущерб); недополучение прибыли от несвоевременного ввода в эксплуатацию (или потери части расчетной мощности) строительных объектов; чрезмерные эксплуатационные затраты; преждевременный физический и моральный износ строительной продукции; снижение социальной и/или экологических условий жизнедеятельности. Основными причинами аварий

являются негативные факторы различной физической природы, которые формируются или проявляются на разных этапах (периодах) жизненного цикла строительных объектов.

Анализ аварий на объектах капитального строительства (различного функционального назначения) указывает на то, что ситуации, вызванные авариями, практически никогда не бывают следствием какого-либо одного, а происходят в результате взаимодействия нескольких различных негативных факторов (или групп негативных факторов).

Каждый из таких факторов в отдельности может и не привести к аварийным последствиям, однако в сочетании с другими неблагоприятными факторами (которые могут быть сформированы на предыдущих этапах жизненного цикла) приводят к проявлению аварийных последствий[2].

Общее количество отдельных (известных к настоящему времени) неблагоприятных факторов достаточно велико. Очевидно, что с течением времени (повышением требований к функциональным показателям и способам формирования строительной продукции) количество отдельных факторов будет только увеличиваться.

В самом общем случае, под результатом проявления неблагоприятных факторов (или групп негативных факторов) можно представить снижение (частичную или полную утрату) качества строительной продукции.

Например, под аварией возможно предполагать утрату качества, исключающую условия для нормальной эксплуатации строительного объекта по его первоначальному функциональному назначению. Наличие в конструктивной системе, инженерных сетях и оборудовании дефектов и повреждений характеризуется, как частичное снижение (частичная потеря) качества законченного строительством объекта, которое приводит к увеличению (или способствует проявлению) материальных затрат, необходимых на обеспечение (восстановление) требуемых показателей функциональной эффективности.

Задача обеспечения качества строительной продукции подразумевает адекватное совершенствование научных основ, системного подхода, методов управления (включая надзор и контроль) качеством возведения объектов капитального строительства.

Строительная продукция в формате зданий и сооружений является объектной средой длительного (долговременного, определяемого сроком службы) периода использования. Степень соответствия фактических показателей надежности и функциональной эффективности законченных строительством объектов установленным проектным и нормативным (законодательным актам) значениям определяет качество строительной продукции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Качество строительства — один из ключевых факторов, определяющих состоятельность и перспективы развития данной области хозяйственной деятельности (экономики). Обеспечение показателей надежности и качества является постоянно актуальной задачей для субъектов инвестиционной деятельности в строительстве [3].

Повышение качества строительной продукции является сложной, многофакторной задачей, решение которой возможно при системном подходе по следующим основным направлениям (для основных субъектов инвестиционной деятельности в строительстве):

- совершенствование условий для развития и эффективного функционирования государственных форм влияния и методов воздействия в форматах:
 - нормирования;
 - стандартизации;
 - сертификации;
 - лицензирования;
 - государственной экспертизы;
 - государственного надзора.
- формирование необходимых условий для эффективного функционирования негосударственных форм влияния и методов воздействия в форматах:

- внутреннего, производственного контроля со стороны подрядной организации;
- авторского надзора со стороны проектной организации;
- технического надзора со стороны заказчика;
- контроля качества строительства со стороны инвестора (страховых компаний, банковских структур, частных структур).

Качество строительной продукции (в форматах показателей функциональной эффективности и надежности) прогнозируется, формируется и обеспечивается в течение каждого из периодов жизненного цикла.

На рисунке 1 представлена структура факторов и критериев уровня качества строительного производства. Уровень качества в значительной степени определяет состояние (показатели) конкурентоспособности и является основным фактором стоимости строительной продукции.



Рис. 1. Структура факторов влияния на качество строительства

Соответственно, формирование условий для достижения качества строительной продукции (с учетом возможных изменений положений нормативных и законодательных актов)

является комплексной задачей, эффективное решение которой возможно при условии системного подхода к организации взаимодействия основных субъектов инвестиционной деятельности в строительстве:

«Управление качеством — это установление, обеспечение и поддержание необходимого уровня качества продукции при ее разработке, производстве и эксплуатации, осуществляемое путем систематического контроля качества и целенаправленного воздействия на факторы, влияющие на качество» [4].

Системный подход к управлению качеством строительной продукции подразумевает разработку, утверждение и исполнение комплекса мероприятий (технических, технологических, экономических, организационных работ), сопровождающих процессы строительного производства.

Разработка мероприятий по повышению качества строительной продукции производится по следующим основным направлениям:

- своевременного внесения изменений и дополнений в состав проектной документации;
- актуализация положений нормативных и законодательных актов;
- разработка новых видов нормативной документации, учитывающей современный и перспективный уровень технологического состояния системы строительного производства;
- повышения уровня подготовки и повышения квалификации инженерного и строительного персонала.

Управление качеством строительной продукции может быть представлено в виде функциональной системы, в которой установленные функции (прогноз, планирование, организация, контроль, учет, анализ, экспертиза, оценка, лицензирование, сертификация) могут рассматриваться одновременно: и в качестве процесса, и в качестве результата. Функция, рассматриваемая в качестве процесса, представляет собой специальный вид управленческой деятельности и способ влияния на качество строительного производства. Функция, рассматриваемая в качестве результата, представляет оценку уровня качества строительной продукции по следующим группам показателей:

- показатели назначения;
- показатели надежности и безопасности;
- показатели комфортности, эргономичности и экологичности среды;
- показатели эстетичности;
- показатели технологичности (при возведении и эксплуатации);
- показатели унификации, доступности изготовления;
- показатели информационно-правовые;
- показатели экономические;
- показатели социальные.

Уровень качества строительной продукции выражается: системой (расчетным сочетанием) единичных (абсолютных) показателей и/или комплексным относительным показателем (величиной отношения комплексного показателя качества строительной продукции к соответствующему комплексному показателю базового уровня).

Управление качеством является частью единой и целостной системы управления строительным производством и реализуется на каждом из возможных уровней: *государственном*, ведомственном (отраслевом), производственном (объектном). Оценка качества является обязательным элементом любого уровня управления системой качества продукции.

На *государственном* уровне предусматривается: планирование необходимых показателей и надзор за соответствием и разработка мероприятий по повышению качества строительной продукции.

Планирование качества строительной продукции сводится к разработке нормативных и законодательных актов, регламентирующих состав, объем и качество работ и мероприятий,

выполняемых на основных периодах жизненного цикла, а также установлению технических условий для изготовления строительных материалов, изделий и конструкций.

Надзор за соответствием качества строительной продукции (установленным в проектной документации) сводится к проведению проверок соответствия со стороны государственного строительного надзора. В ходе проверок соответствия осуществляется надзор за соблюдением правил безопасности при выполнении строительных работ и процессов, а также: пожарной, санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности[5].

Результатом управления качеством со стороны государственного строительного надзора признается: постоянная, актуальная, полная и объективная оценка соответствия и выдачи рекомендаций, необходимых для обеспечения установленного уровня качества, вне зависимости от интересов какого-либо субъекта инвестиционной деятельности в строительстве.

ВЫВОДЫ

На основании вышесказанного необходимо сделать вывод, что современный подход к деятельности государственного строительного надзора, базирующийся на критериях рискоориентированного подхода должен явиться основой для повышения уровня качества и безопасности строительной продукции на всех этапах ее формирования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Топчий Д.В., Токарский А.А.* Повышение организационно-технологической надежности объектов перепрофилирования при осуществлении строительного надзора // Наука и бизнес. 2017. № 10 (76). С.15-19.
2. *Жадановский Б.В., Топчий Д.В.* Усиление оснований фундаментов аварийных и реконструируемых зданий предприятий текстильной промышленности // Инновации и инвестиции. 2017. № 12. С. 264-268.
3. *Топчий Д.В., Скакалов В.А.* Структурно-функциональное моделирование многоуровневых и многокритериальных связей организационно-технологических, управленческих структур и информационного обеспечения при осуществлении строительного контроля в ходе перепрофилирования промышленных объектов // Перспективы науки. 2017. № 10(97). С. 44-50.
4. *Липидус А.А., Толстова К.С., Топчий Д.В.* Организационно-технологические параметры, влияющие на критерий допустимости совмещения строительных процессов при производстве отделочных работ в жилых зданиях // Перспективы науки. 2018. № 6 (105). С. 12-16.
5. *Topchiy D., Tokarskiy A.* Designing of structural and functional organizational systems, formed during the re-profiling of industrial facilities // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018. 365 (2018). Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/365/6/062005/meta>.

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА (ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ) КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

З.Р. Тускаева¹, З.В. Албегов²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)» (tuskaevazalina@yandex.ru)

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)» (albeg15@mail.ru)

Аннотация

В данной статье рассматривается метод создания информационной модели с применением беспилотных летательных аппаратов для контроля качества строительной продукции на этапе строительного-монтажных работ. Развитие технологии искусственного интеллекта, беспилотных летательных аппаратов и программ моделирования и фотограмметрической обработки расширяет возможности применения данного метода.

Целью статьи является доказательство применимости вышеуказанного метода, его преимущества и недостатки при мониторинге СМР. Информационные модели представляют собой процесс создания и управления информацией о строительном проекте от этапа проектирования до сдачи в эксплуатацию. Такая модель создает цифровое описание каждого аспекта строительного проекта с его характеристиками. БПЛА способны обеспечить доступ к комплексным сооружениям, предоставлять данные аэрофотосъемки, картографическую информацию. Они предоставляют данные для отслеживания рабочего процесса, управления ресурсами, сокращения времени простоя, соблюдения графика строительства и контроля расходов.

Приведенные в статье практические результаты использования данного метода контроля качества строительной продукции позволяют говорить о том, что с помощью информационной модели можно создать 3D-модель, сравнить ее с проектом для определения дефектов и несоответствий, влияющие на качество строительного производства. Рассмотренная методика является современной и актуальной в сфере строительного контроля. При этом существуют правовые, организационные, технические и иные проблемы, требующие решения.

ВВЕДЕНИЕ

В эпоху возрастающей необходимости качественного строительства особо остро встает вопрос оптимизации системы контроля качества строительной продукции. При этом возникает ряд проблем, требующих особого внимания.

Обособленно стоит проблема подготовки кадров в вопросах качества выполнения строительного-монтажных работ и, с другой стороны, мониторинга СМР (операционный контроль). В этой статье будут рассмотрены проблема мониторинга СМР и возможные пути ее решения.

Операционный контроль является важнейшей составляющей системы управления качеством в строительстве. При этом он обеспечивает и поддерживает установленный научно-исследовательскими разработками и утвержденный нормативными документами уровень качества строительной продукции на стадии производства строительного-монтажных работ [1].

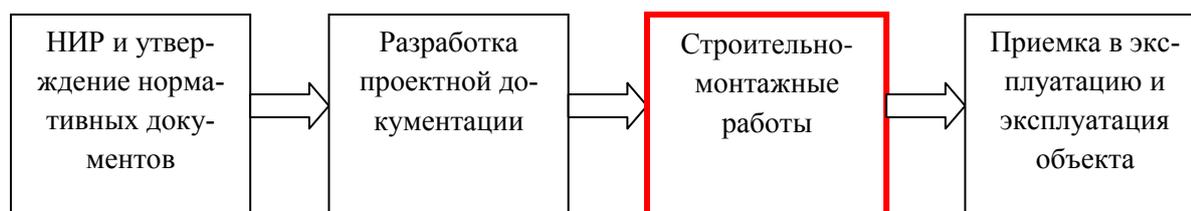


Рис. 1. Формирование качества строительной продукции

Операционный контроль должен проводиться на протяжении всего строительства и в ходе всех строительных процессов. Это главный инструмент обеспечения безопасности и качества на этапе выполнения СМР. Также операционный контроль имеет большое значение в ходе эксплуатации объекта. Эта процедура включает в себя безопасность человека, окружающей среды, надежности самого объекта, поэтому должна обеспечивать своевременное выявление дефектов и причин их возникновения и принятие мер по их устранению и предупреждению.

От операционного контроля, в конечном итоге, зависят стоимость, качество работ и длина жизненного цикла на этапе проведения СМР, в том числе дополнительные траты времени и ресурсов на устранение дефектов. При этом, как было сказано ранее, одной из проблем является мониторинг СМР, методы и механизмы которого на сегодняшний день морально устарели. Этим обусловлена актуальность рассматриваемой проблемы, решение которой гарантирует безопасность строительного производства на этапе СМР, повышение его качества и сокращение издержек. Решение данной проблемы имеет большое значение для всей строительной отрасли.

При этом речь идет о более качественном решении следующих задач [1]:

- обеспечение выполнения СМР в соответствии с проектом и нормами;
- своевременное обнаружение дефектов и причин их вызвавших;
- принятие мер по устранению дефектов;
- запрещение производства последующих операций до устранения дефектов предыдущих.

Подводя итоги вышеизложенного, хочется отметить, что есть серьезные недоработки в области качества и мониторинга СМР, но в последние годы появилось четкое понимание того, как решать данные проблемы и были сделаны заметные шаги в этом направлении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящее время существующие методы мониторинга СМР с непосредственным участием людей морально устарел, и с точки зрения практичности, и с точки зрения эффективности, а также с точки зрения качества и стоимости. Поэтому современные тенденции направлены в сторону создания информационных моделей.

Информационные модели представляют собой процесс создания и управления информацией о строительном проекте от этапа проектирования до сдачи в эксплуатацию[2]. Такая модель создает цифровое описание каждого аспекта строительного проекта с его характеристиками. При этом участниками (субъектами) модели, изменяющими параметры, являются беспилотные летательные аппараты (БПЛА).



Рис. 2. Беспилотный летательный аппарат (БПЛА)

БПЛА способны обеспечить доступ к комплексным сооружениям, предоставлять данные аэрофотосъемки, картографическую информацию [6]. При этом важным показателем является не размер, фирма-производитель и цена БПЛА, а его оснащение: БПЛА, оснащенные камерами высокой четкости, инфракрасными сканерами и тепловыми датчиками, позволяют собирать данные, влияющие на проект на этапе проектирования, создавая точные 3D-модели местности. С другой стороны, БПЛА представляют собой один из самых эффективных способов контроля за ходом работ по проекту. Они предоставляют данные для отслеживания рабочего процесса, управления ресурсами, сокращения времени простоя, соблюдения графика строительства и контроля расходов. В решении задач геодезического мониторинга зданий и сооружений с целью определения крена сооружения и изгиба, осадки фундамента БПЛА оснащают современными геодезическими приборами и системами, в число которых входят глобальные навигационные спутниковые системы, электронные тахеометры, системы наземного лазерного сканирования, инклинометры и т.д. [2]. Это малая часть задач, которые решают БПЛА в процессе строительного производства.

При использовании метода информационных моделей, механизм мониторинга СМР происходит следующим образом:

1. Создание информационной модели путем импортирования проекта в разработанный сервис;
2. Запуск БПЛА для мониторинга СМР;
3. Создание 3D-моделей, расчет расстояний, площадей, объемов;
4. Выявление дефектов;
5. Выработка управляющих сигналов.

На первом шаге разработанный проект сооружения импортируется в программу, созданную с Autodesk. Подобных программ и сервисов на рынке представлено в большом количестве (к примеру, DroneDeploy (Drone & UAV Mapping Software), Skycatch и др.) [3]. Сервис позволяет не только визуализировать проект, но и сравнить полученные и обработанные с БПЛА данные с проектными, обнаружить расхождение по различным показателям.

При запуске БПЛА производится множественная съемка с различных положений (меняется угол наклона, высота, координаты и т.д.). Данные автоматически передаются на программный сервер. При обработке с помощью фотограмметрии и технологии машинного зрения находятся общие точки на множестве фотографий и формируется облако точек будущей модели. Для обеспечения точности наложения полученных изображений на имеющийся проект, используются наземные контрольные точки (ground control points) [4]. Полученные фотографии переводятся в формат проекта для совпадения географических меток и точно выверяются. Получаемая в результате этого 3D-модель позволяет произвести подробный визуаль-

ный контроль сооружения, получить информацию о наличии и характере дефектов и отклонений, геометрические характеристики всего объекта в целом и отдельных его элементов, выполнять точные чертежи на основе замеров. Также программа рассчитывает такие параметры, как расстояния, площади, объемы выполненных работ, сравнивает с данными сметы, контролируя при этом стоимость проекта.



Рис. 3. Обработка фотографий с помощью технологии машинного зрения и создание 3D-модели

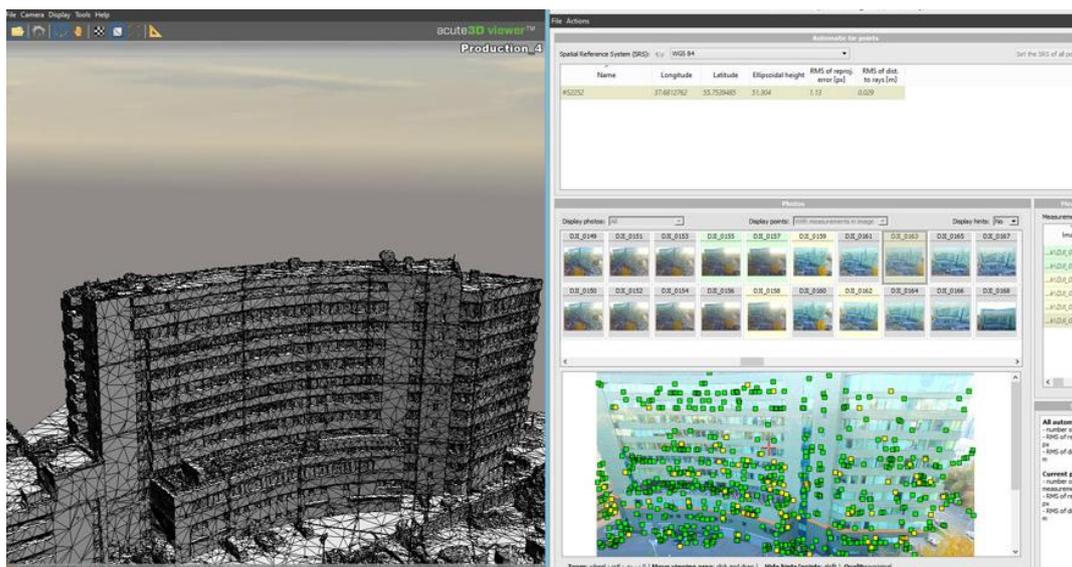


Рис. 4. Облако точек будущей модели

При выявлении дефектов СМР и отклонения от проектных показателей, вырабатываются управляющие сигналы, требующие обязательного устранения выявленных дефектов и, при необходимости, остановки СМР в случае негативного влияния дефектов на жизнь и здоровье персонала и продолжение строительного производства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Создание информационной модели для мониторинга СМР представляет собой из самых эффективных способов контроля за ходом работ по проекту, отслеживая рабочий процесс, управление ресурсами, время простоя, график строительства и контроль расходов. Использование БПЛА для аэрофотосъемки строительного процесса позволяет выявить

дефекты и отклонения от проекта с помощью построения 3D-модели, в режиме реального времени вести мониторинг СМР.

Преимущество такого подхода заключается в наглядном представлении объекта в графическом виде. За счет высокого разрешения (до 1 мм на пиксель) изображение получается четким и детальным, что помогает различить дефекты, а также сопоставить их с соседними (например, отклонение от вертикали). При этом становится возможным с высокой точностью измерить и подсчитать объемы для сметного расчета, в частности, количество материалов для элемента сооружения.

Описанная технология является сравнительно новым и новаторским способом обследования зданий и сооружений. Во многом перспективы ее развития зависят от совершенствования приборов, инструментов и компьютерных программ, используемых в строительном производстве. В нашей стране технология мониторинга с помощью БПЛА и создания информационной модели в опытном формате уже используется на строительных площадках Москвы, Московской области, Екатеринбурга и некоторых других городов.

При этом существуют и проблемы, касающиеся полетов на БПЛА и информационных моделей:

1. Высокая квалификация инженера, управляющего БПЛА (пилот);
2. Негативные погодные условия и окружающие помехи;
3. Повреждение БПЛА, потеря связи;
4. Сложности фотограмметрической обработки;

5. Законодательство (согласно действующим законам, запуск и съемка с беспилотного летательного аппарата возможны только при условии его надлежащей регистрации и получения разрешения на полет в нескольких инстанциях (МВД, АМС, ФСБ и др.) [5].

Несмотря на эти условия, около 33 % зарубежных организаций уже используют технологию информационных моделей в строительной отрасли [3]. По мнению экспертов, фактическая сумма инвестиций для самостоятельной работы организации с беспилотным летательным аппаратом и быстрой фотограмметрической обработкой на собственных ресурсах оценивается как оптимальная в сравнении с издержками на традиционный мониторинг процесса строительства.

Технология мониторинга СМР с помощью информационных моделей является новым технологическим витком в строительной отрасли и, конечно, внедрение продукта не произойдет в один день, но данную технологию сейчас, например, Япония рассматривает уже как новый отраслевой стандарт строительства [5].

ВЫВОДЫ

Основной проблемой, рассмотренной в статье, являлась система контроля качества строительной продукции, а именно мониторинг СМР. В рамках данной проблемы:

- рассмотрен метод информационных моделей с использованием беспилотных летательных аппаратов;
- описана технология аэросъемки в сочетании с фотограмметрической обработкой и создание 3D-модели сооружения;
- определены возможности БПЛА (визуальное обследование зданий, обмеры конструкций, наблюдение за строительным процессом, контроль выполненных работ, мониторинг за сроками и стоимостью работ, выявление дефектов);
- выявлены достоинства и недостатки данного метода.

В результате проведения исследования сделаны следующие выводы:

1. Анализ результатов применения метода информационных моделей с использованием БПЛА показал несомненные преимущества данного метода по сравнению с традиционными методами операционного контроля строительства. В частности, облет здания и съемка с воздуха позволяют осмотреть недоступные участки, а систематизация материала дает новые возможности при выявлении дефектов и повреждений.

2. С помощью созданной 3D-модели и сравнения ее с проектом можно определить дефекты и несоответствия, влияющие на качество строительного производства;

3. С помощью применения специального оснащения на БПЛА (камеры высокой четкости, тепловые датчики и др.) можно получить результаты, пригодные как для обмеров здания с высокой точностью, так и для проверки строительных работ.

4. Существуют правовые, организационные, технические и иные проблемы, требующие решения: принятия поправок к закону о БПЛА, нивелирование проблем с погодными условиями и др.

5. Технология мониторинга СМР с помощью информационных моделей является новым технологическим витком в строительной отрасли. Методика является современной и актуальной в сфере строительного контроля.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Н.И. Ватин, П.В. Макеев, А.Г. Вегера, Т.В. Самопляс* Контроль качества строительной продукции // Методические указания. 2003. С. 1-2.
2. *М.М. Митин* Взгляд в будущее - Дроны в строительстве // Интернет новости «Совзонд», 2018, Режим доступа: <https://sovzond.ru>. Дата обращения: 14.09.18.
3. Лахта Центр Дроны на стройках // LiveJournal, 2017, Режим доступа: <https://www.livejournal.com>. Дата обращения: 14.09.18.
4. *А.Н. Биженев*. Использование камер дронов в строительстве // Интернет-статья, 2018, Режим доступа: <https://dmstr.ru>. Дата обращения: 14.09.18.
5. *С.С. Попсулин*. Беспилотники в 30 раз сократили сроки геодезических работ на российских стройках // Научный интернет-журнал C-News Club, 2018, Режим доступа: <http://www.cnews.ru>. Дата обращения: 14.09.18.
6. *Туккия А.Л., Мамонов А.О.* Опыт использования квадрокоптеров для обследования зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 109-116.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМОТЕХНИКИ

А.М. Колбасин¹, О.Е. Хусу², П.Б. Каган³

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (KolbasinAM@mgsu.ru)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (kagan@mgsu.ru)

Аннотация

Системотехника представляет собой быстро развивающуюся прикладную научную дисциплину. В сфере системной инженерии сложилась развитая сеть научно-методических коммуникаций. Образовательные программы по этой дисциплине реализуются сегодня примерно в 250 университетах Европы, Америки и Азии. Преобразования, происходящие в области создания сложных инженерных объектов и обусловленные революцией в сфере информатизации, глобализацией систем и быстрым внедрением инноваций; появление новых классов инженерно-насыщенных систем, включая социотехнические системы, распределенные энергетические, транспортные, оборонные и коммуникационные системы масштаба страны, а также развитие мегасистем, привели к пониманию необходимости проведения работ и подготовки кадров в области системной инженерии.

ВВЕДЕНИЕ

Системная инженерия, или системотехника является научно-методологической дисциплиной, которая рассматривает вопросы и принципы проектирования, создания и эксплуатации сложных по структуре инженерных систем в течение их жизненного цикла, а также рекомендует способы и средства их разработки. По своей сути, системная инженерия использует принципы системного мышления для организации совокупности знаний. Такие вопросы, как разработка требований, надежность, логистика, координация различных команд, тестирование и оценка, ремонтпригодность и многие другие, необходимые для успешной разработки системы, проектирования, внедрения и окончательного вывода из эксплуатации, становятся все более трудными при работе с большими или сложными проектами. Системный инжиниринг имеет дело с рабочими процессами, методами оптимизации и инструментами управления рисками в таких проектах. Он перекрывает технические и ориентированные на человека дисциплины, такие как промышленное машиностроение, машиностроение, производственная инженерия, инженерия управления, Разработка программного обеспечения, Электротехника, кибернетика, организационные исследования, гражданское строительство и управление проектами. Инженерные системы интегрируют все возможные аспекты проекта или системы в единое целое.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Процессы системотехники не похожи на процессы производства. Процесс производства сфокусирован на повторяющейся деятельности, в результате которой на выходе получается продукт высокого качества с минимальными затратами времени и ценой. Процесс системотехники должен рассматривать реальные проблемы, которые необходимо разрешить, а также определить самые вероятные или самые ударопрочные отказы, которые могут произойти. Нахождения решения к этим проблемам – цель системотехники.

Инженерные системы - это надежный подход к проектированию, созданию и эксплуатации систем. Проще говоря, подход состоит из идентификации и количественной оценки целей системы, создания альтернативных концепций проектирования системы, выполнения проектных работ, выбора и реализации наилучшего дизайна, проверки того, что дизайн пра-

вильно построен и интегрирован, а также оценки после внедрения, насколько хорошо система соответствует (или достигнута) цели.



Рис. 1. Международная космическая станция - пример сложной системы, требующей системного проектирования

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Традиционный объем системной инженерии включает зачатие, конструкцию, развитие, продукцию и деятельность физических систем. "Системный инжиниринг" относится к отличительному набору концепций, методологий, организационных структур, которые были разработаны для решения задач проектирования эффективных функциональных систем беспрецедентного размера и сложности в рамках времени, бюджета и других ограничений. Программа Apollo является ведущим примером проекта системного проектирования.

Использование термина " системный инженер "эволюционировало с течением времени, чтобы охватить более широкую, более целостную концепцию" систем " и инженерных процессов. Эта эволюция определения была предметом постоянных споров, и этот термин продолжает применяться как к более узкой, так и к более широкой сфере применения.

Традиционная системотехника рассматривалась как отрасль техники в классическом понимании, то есть применительно только к физическим системам, таким как космические корабли и самолеты. Совсем недавно системная инженерия превратилась в более широкое значение, особенно когда люди рассматривались как важный компонент системы.

В соответствии с более широкой областью системного инжиниринга, совокупность знаний системного инжиниринга определила три типа системного инжиниринга:

- Product Systems Engineering (PSE) - традиционный системный инжиниринг, ориентированный на проектирование физических систем, состоящих из аппаратного и программного обеспечения;

- Enterprise Systems Engineering (ESE) относится к мнению предприятий, то есть организаций или комбинаций организаций, в качестве систем;

- Инженерство систем обслуживания (SSE) система, которая задумана как обслуживающая другую систему. Большинство систем гражданской инфраструктуры являются системами обслуживания.

Системная инженерия анализирует и выпытывает потребности клиента и необходимую функциональность в самом начале цикла разработки, документируя требования. Процесс проектирования систем можно разложить на системный инженерно-технический процесс и процесс управления инженерными системами.

В рамках модели Оливера целью процесса управления является организация технических усилий в жизненном цикле, в то время как технический процесс включает в себя оценку

имеющейся информации, определение мер эффективности для создания модели поведения, модель структуры, выполнение анализа компромиссов, а также создание последовательного плана сборки и тестирования. В зависимости от их применения, хотя в отрасли используется несколько моделей, все они направлены на выявление взаимосвязи между различными этапами и включают обратную связь. Примеры таких моделей включают модель водопада и V-модель.

V-модель организует этапы разработки в уровни сложности с самым сложным элементом сверху и наименее сложным элементом снизу. Это ставит требования в начало рядом с функционированием продукта и проектирование рядом с проверкой. Такая модель имеет смысл, потому что, когда Разработчик поставляет продукт клиенту, клиент может спросить: "почему я должен принять этот продукт?" и разработчик должен ответить: "потому что он отвечает вашим (требования заказчика)". Требования подключены к деятельности. При проведении тестирования продукта инженер-испытатель может спросить: "какие тесты я должен проводить?" и дизайнер должен ответить: "вы должны провести тесты, чтобы показать, что продукт, соответствует проекту".

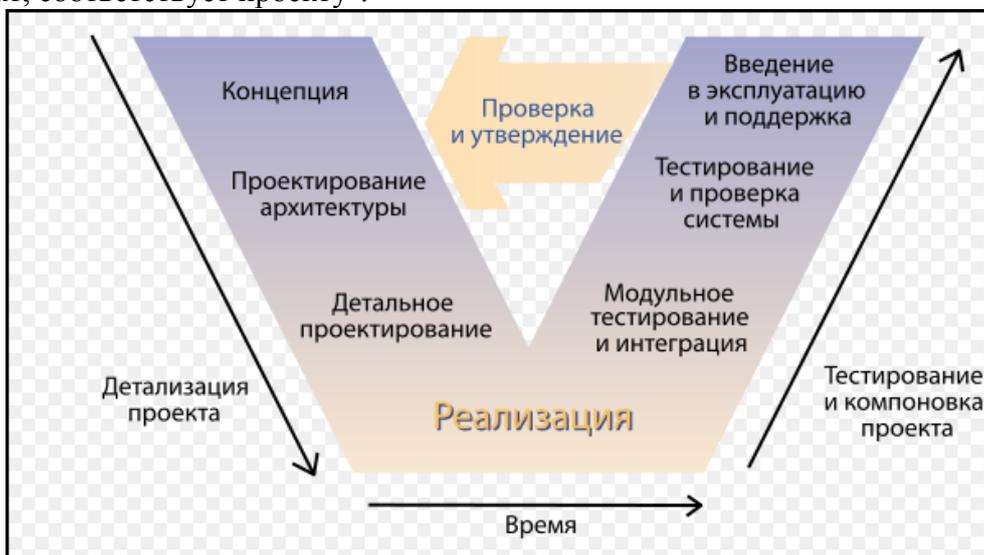


Рис. 2. V-модель процесса разработки

Разработка систем часто требует вклада различных технических дисциплин. Предоставляя системный (целостный) взгляд на усилия по разработке, системный инжиниринг помогает сформировать всех технических участников в единую команду, формируя структурированный процесс разработки, который продолжается от концепции до производства и эксплуатации и, в некоторых случаях, до прекращения и удаления. Целостная интегративная дисциплина сочетает в себе вклады и балансирует компромиссы между затратами, графиком и производительностью при сохранении приемлемого уровня риска, охватывающего весь жизненный цикл изделия. Эта перспектива часто воспроизводится в образовательных программах, в которых курсы системного инжиниринга преподаются преподавателями других инженерных факультетов, что способствует созданию междисциплинарной среды.

Потребность в системотехнике возникла с увеличением сложности систем и проектов, что в свою очередь экспоненциально увеличивало возможность трения компонентов, а следовательно и ненадежность конструкции. Сложность включает в себя не только инженерные системы, но и логическую человеческую организацию данных. В то же время, система может стать более сложной из-за увеличения размера, а также с увеличением объема данных, переменных или количества полей, которые участвуют в разработке. Примером такой системы является Международная Космическая станция.

Разработка более интеллектуальных алгоритмов управления, микропроцессорного проектирования и анализа экологических систем также входит в компетенцию системной инженерии.

Инженерные системы стимулируют использование инструментов и методов для лучшего понимания и управления сложными системами. Некоторые примеры этих инструментов:

- системная архитектура;
- системная модель, моделирование и моделирование;
- оптимизация;
- системная динамика;
- системный анализ;
- статистический анализ и тд.

ВЫВОДЫ

В современных разработках зарубежных специалистов системная инженерия рассматривается как комплексный, мультидисциплинарный подход и методика создания сложных систем и признается в качестве фундамента, на основе которого можно обеспечить и гарантированно поддерживать надежную и устойчивую связь между миссией, стратегическими целями, конкретными задачами и измеримыми результатами инженерной деятельности.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Советов Б.Я., Яковлев С.А.* Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 2005.
2. *Лебедев О.Т., Язвенко С.А.* Основы системного анализа. Учебное пособие. – Ст.Пб.: Государственная инженерно-экономическая академия, 2000.
3. *Корягин С. И., Клачек П.М., Лизоркина О.А.* Интеллектуальная системотехника: монография. — Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015.
4. Системотехника. Системные проблемы надёжности, качества и информационных технологий. *Гл. ред. Ю. Н. Кофанов.* — Сетевой электронный научный журнал.
5. *Батоврин В. К.* От редактора русского издания, предисловие к кн. Косяков А., Свит У., Сеймур С., Бимер С. Системная инженерия. Принципы и практика / Пер. с англ. В. Батоврин. — М.: ДМК Пресс. — 2014.
6. *Колбасин А.М., Тебекин А.В.* Особенности управления качеством инновационных проектов как объектов. - Москва: МАДИ, 2015.
7. Математическое описание объектов автоматизации строительного производства./ *А.М. Колбасин, А.В. Илюхин, В.И. Марсов* – Москва: МАДИ, 2016.
8. *Холкин Д. В.* Системная инженерия — новая профессия для новой энергетики // Энергоразвитие (ЭнергоРынок). — 2010.
9. Системная инженерия и её внедрение в образовательные программы Томского политехнического университета / *Чубик П. С., Марков Н. Г., Мирошниченко Е. А., Петровская Т. С.* // Известия ТПУ. — 2013.
10. *Батоврин В. К.* Образование в системной инженерии – проблемы подготовки специалистов для создания конкурентоспособных систем Архивировано 7 апреля 2014 года. // Интернет–журнал «Открытое образование». — 2010.
11. *Честнат Г.* Техника больших систем (средства системотехники); Энергия - М., 2014.
12. *Холл А.* Опыт методологии для системотехники; ЁЁ Медиа - М., 2016.
13. *Сторожев В. В., Феоктистов Н. А.* Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования; Дашков и Ко - М., 2014.
14. Прикладные проблемы системотехники; Машиностроение - М., 2009.
15. *Семечкин А.Е.* Системный анализ и системотехника. - М.: SvR-Аргус, 2005.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ

Д.О. Чиркин¹, А.В. Дорошенко²

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (do.chirkin@gmail.com)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (doroshenkoav@mgsu.ru)

Аннотация

Строительная отрасль является одной из крупнейших отраслей в современной российской промышленности. Несмотря на это, уровень автоматизации производства в других отраслях на порядок выше, чем в производстве строительных материалов. Строительство только начинает внедрять автоматические системы управления, тогда как в автомобилестроении и пищевой промышленности автоматизация уже достаточно сильно развита.

В данной статье представлена часть студенческого проекта по автоматизации производства строительных бетонных блоков. Данное направление выбрано не случайно. Согласно статистике, большая часть бетонных блоков в нашей стране производится в кустарных условиях почти без применения средств автоматизации. Это, конечно, не касается крупных производственных фирм, но они скорее являются исключением, нежели правилом. В качестве примера взят процесс производства современного шлакоблока.

ВВЕДЕНИЕ

В первую очередь необходимо уточнить, что в настоящее время для изготовления шлакоблоков используется не только шлак, но другие наполнители. Устаревшее название прочно ассоциируется с низкосортным стройматериалом советских времен, из которого было принято строить преимущественно коровники. Современные блоки имеют мало общего с ним, их чаще называют по составу основных компонентов или технологии изготовления. В состав шлакоблоков в качестве наполнителей могут входить: кирпичный или стеклянный бой, щебень, керамзит, галька, перлит и все тот же шлак. Каждый из этих материалов способен придавать блокам улучшенные свойства – от прочности до изоляционных качеств. Из основных видов шлакоблоков можно выделить шлакобетонные блоки, газосиликатные, пенобетонные, керамзитовые и другие. В данной статье рассмотрен блок с наполнителем из кирпичного боя.

Производство шлакобетонных блоков делится на 5 стадий:

- изготовление бетонной смеси, состоящей из цемента, воды, песка и лома;
- вибропрессование раствора в ячеистых формах с пуансонами;
- сушка, пропаривание, затвердевание готовых изделий;
- складирование готовых блоков;
- окончательное затвердевание на протяжении одного месяца [1].

Все эти стадии требуют жесткого соблюдения временных норм, а также присутствия рабочей силы [2]. Поэтому производство шлакоблоков можно и нужно автоматизировать. Это позволит соблюдать все необходимые аспекты рецепта, временные интервалы, практически отказаться от рабочей силы, а также значительно ускорить производство и увеличить его производительность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вначале должен быть составлен рецепт шлакоблока размерами 390 × 190 × 188 мм:

- 0,6 л воды;
- 2 кг цемента М400;
- 10,5 кг песка Мкр 2,5;
- 10,5 кг лома кирпича;

Для каждого сухого компонента смеси должен быть предусмотрен дозирующий бункер, каждый объемом около 3 м³. Эти бункеры пополняются с помощью трех конвейеров, работающих параллельно. Из данных бункеров компоненты попадают на весовые реле [3]. На каждый дозирующий бункер приходится по одному впускному и одному выпускному клапану. Дозаторы – весовые однофракционные.

Несмотря на множество вспомогательных добавок главным компонентом шлакоблока является цемент, поэтому необходимо предусмотреть емкость и устройство для замешивания бетонной смеси. Необходим смесительный бункер объемом 14 м³ с миксером. В данный бункер необходимо обеспечить подачу воды. Более того, нужно контролировать расход воды в определенном диапазоне для получения наилучшей бетонной смеси. Вода поступает в бункер для смешивания через двухпозиционный клапан в необходимом объеме, для ее дозирования используется импульсный расходомер.

Из дозаторов компоненты смеси попадают в бункер для смешивания. После включения двигателя лопастей миксера масса замешивается. Процесс продолжается в течении заданного рецептом времени. После замеса открывается выпускной клапан, смесь уходит из бункера, а затем снова происходит дозировка компонентов, и начинается новый цикл замешивания.

Для того, чтобы из раствора получился готовый блок с заданными качественными параметрами, необходимо предусмотреть наличие вибрационного стола. В данном проекте используется вибропресс. Масса попадает в многосекционную форму для блоков, а затем отправляется на прессование. Перед тем как прессовать блоки, смесь равномерно распределяется по форме с помощью вибростола.

После формования блоки отправляются на термообработку. Здесь возможны несколько вариантов сушки. В первом случае блоки просто отправляются на складирование на несколько дней. Но также можно помещать готовые блоки в пропарочную камеру на определенное время, а затем отправлять их в специальное помещение с контролируемым микроклиматом (температура, влажность воздуха). Данный способ не только ускоряет время сушки, но также и увеличивает прочность готовых шлакоблоков. Кроме того, для ускорения сушки можно использовать дополнительные добавки к раствору (релаксол, фулерон и другие).

Длина производственного цикла может варьироваться от 13 до 20 минут [4]. Готовность блока к использованию в строительстве не сильно зависит от выбранного способа сушки и составляет примерно 30 дней.

Алгоритм управления системой реализован посредством программы Kongraf производства компании ООО «МЗТА». В качестве главного устройства автоматики был выбран контроллер MC-12 [5], а также модули расширения MR20.3 [6] и ME20 [7]. Управляющие сигналы формируются с учетом показаний датчиков, установленных непосредственно на системе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результатом работы стал алгоритм системы автоматического управления. Производственный процесс был разбит на 4 отдельных этапа: пополнение, дозирование, смешивание и формование [8].

Участок 1 (пополнение):

Все три двигателя, управляющие конвейерами на первом участке работают независимо друг от друга по одинаковому алгоритму. Для включения одного двигателя необходим запуск автоматического режима, отсутствие аварий на первом и втором участках, а также запрос на заполнение соответствующего конвейеру дозирующего бункера. Данный запрос формируется датчиком верхнего уровня.

$$M1 = LS1 \wedge SA1 \wedge A1 \wedge A2$$

$$M2 = LS2 \wedge SA1 \wedge A1 \wedge A2$$

$$M3 = LS3 \wedge SA1 \wedge A1 \wedge A2$$

Аварийная ситуация первого участка формируется из сигналов перегрева каждого из двигателей, а также аварий каждого конвейера. Необходимо наличие хотя бы одного из сигналов для включения общей аварии.

$$\mathbf{A1 = AS1 \vee AS2 \vee AS3 \vee AL1 \vee AL2 \vee AL3}$$

Авария каждого конвейера формируются из текущего статуса соответствующего двигателя и сигнала с датчика движения. При включенном двигателе должен приходить сигнал с датчика о том, что движение ленты имеет место, и наоборот. В противном случае система фиксирует аварию. Сигнал об этих авариях приходит с задержкой (10 секунд), что обусловлено наличием определенного времени выхода двигателя на рабочий режим.

$$\mathbf{AL1 = (\overline{M1} \wedge VS1) \vee (M1 \wedge \overline{VS1})}$$

$$\mathbf{AL2 = (\overline{M2} \wedge VS2) \vee (M2 \wedge \overline{VS2})}$$

$$\mathbf{AL3 = (\overline{M3} \wedge VS3) \vee (M3 \wedge \overline{VS3})}$$

Сигналы с датчиков перегрева поступают без задержки и сразу же фиксируют аварию. Общая авария сбрасывается кнопкой сброса после её устранения.

Участок 2 (дозирование):

Впускные клапаны дозирующих бункеров работают по одному алгоритму параллельно независимо друг от друга. Для их открытия необходим автоматический режим, отсутствие аварии на втором участке, закрытый соответствующий выпускной клапан, и запрос на дополнительную массу с соответствующего весового реле.

$$\mathbf{Y1 = \overline{MS1} \wedge SA1 \wedge \overline{A2} \wedge GS4}$$

$$\mathbf{Y2 = \overline{MS2} \wedge SA1 \wedge \overline{A2} \wedge GS5}$$

$$\mathbf{Y3 = \overline{MS3} \wedge SA1 \wedge \overline{A2} \wedge GS6}$$

Выпускные клапаны данных бункеров также работают параллельно по одному алгоритму. Для их открытия необходим автоматический режим, отсутствие аварий на втором и третьем участках, закрытый соответствующий впускной клапан и подтверждение достаточной массы компонента со всех весовых реле.

$$\mathbf{Y4 = MS1 \wedge MS2 \wedge MS3 \wedge SA1 \wedge \overline{A2} \wedge GS1 \wedge \overline{A3} \wedge \overline{M4}$$

$$\mathbf{Y5 = MS1 \wedge MS2 \wedge MS3 \wedge SA1 \wedge \overline{A2} \wedge GS2 \wedge \overline{A3} \wedge \overline{M4}$$

$$\mathbf{Y6 = MS1 \wedge MS2 \wedge MS3 \wedge SA1 \wedge \overline{A2} \wedge GS3 \wedge \overline{A3} \wedge \overline{M4}$$

Дозирование воды происходит с использованием объемного расходомера. Для открытия двухпозиционного клапана необходим автоматический режим, отсутствие аварий на втором и третьем участках, включенный двигатель лопастей миксера, а также команда на включение.

Команда на включение формируется с помощью импульсов с объемного расходомера и их счетчика. Расходомер передает импульс, когда определенный объем воды был отмерен. До достижения заданного суммарного количества импульсов клапан открыт, после их достижения он закрывается. При повторном запросе на открытие клапана счетчик импульсов сбрасывается в нулевое значение. Параллельно с этим также идет подсчет общего расхода воды за все циклы.

$$\mathbf{Y7 = KV \wedge SA1 \wedge \overline{A2} \wedge \overline{A3} \wedge M4}$$

Авария второго участка формируется из аварий трех впускных, трех выпускных и одного двухпозиционного водяного клапанов. Достаточно хотя бы одного из этих сигналов для фиксации общей аварии.

$$\mathbf{A2 = AK1 \vee AK2 \vee AK3 \vee AK4 \vee AK5 \vee AK6 \vee AK7}$$

Каждая авария клапана зависит от сигнала на открытие клапана и сигнала с его концевого выключателя. Когда клапан открыт, сигнал с концевого выключателя отсутствует, и

наоборот. В противном случае авария клапана фиксируется с задержкой (10 секунд), так как клапану необходимо время, чтобы полностью закрыться.

$$AK1 = (Y1 \wedge GS1) \vee (\overline{Y1} \wedge \overline{GS1})$$

$$AK2 = (Y2 \wedge GS2) \vee (\overline{Y2} \wedge \overline{GS2})$$

$$AK3 = (Y3 \wedge GS3) \vee (\overline{Y3} \wedge \overline{GS3})$$

$$AK4 = (Y4 \wedge GS4) \vee (\overline{Y4} \wedge \overline{GS4})$$

$$AK5 = (Y5 \wedge GS5) \vee (\overline{Y5} \wedge \overline{GS5})$$

$$AK6 = (Y6 \wedge GS6) \vee (\overline{Y6} \wedge \overline{GS6})$$

$$AK7 = (Y7 \wedge GS7) \vee (\overline{Y7} \wedge \overline{GS7})$$

Каждая авария сбрасывается кнопкой сброса после устранения ее причин.

Участок 3 (смешивание):

Сигнал на включение двигателя, управляющего лопастями миксера, формируется из следующих компонентов. Должен быть включен автоматический режим. Авария на третьем участке отсутствует. Смесь в смешивающем бункере должна достигнуть верхнего уровня, чтобы двигатель включился, и нижнего – чтобы отключился.

$$M4 = SA1 \wedge A3 \wedge LS4 \wedge LS5$$

Выпускной клапан должен открыться после того, как двигатель отработал заданное время (20 секунд). При этом: сам двигатель должен продолжать работать, необходим автоматический режим, аварии третьего и четвертого участков отсутствуют, форма подана под клапан, и подающий конвейер выключен. Клапан закрывается после того, как вся смесь покинула бункер, и сработал датчик нижнего уровня.

$$Y8 = M4 \wedge LS4 \wedge SA1 \wedge A3 \wedge A4 \wedge M5 \wedge GS9$$

Авария третьего участка формируется из двух сигналов: датчик перегрева двигателя лопастей миксера и авария выпускного клапана.

$$A3 = AS4 \vee AK8$$

Авария выпускного клапана зависит от сигнала на открытие клапана и сигнала с его концевого выключателя. Когда клапан открыт, сигнал с концевого выключателя отсутствует, и наоборот. В противном случае авария клапана фиксируется с задержкой (10 секунд), так как клапану необходимо время, чтобы полностью закрыться.

$$AK8 = (Y8 \wedge GS8) \vee (\overline{Y8} \wedge \overline{GS8})$$

Сигнал с датчика перегрева приходит без задержки. Общая авария сбрасывается кнопкой сброса после её устранения.

Участок 4 (формование):

Сигналы на включение подающего и транспортирующего конвейеров одинаковы и подаются одновременно. Для их запуска необходим автоматический режим, отсутствие аварии на четвертом участке. Также выпускной клапан смешивающего бункера должен быть закрыт, а двигатели вибростолы и пресса – выключены. После того, как форма выходит из поля срабатывания датчика движения, конвейеры отключаются.

$$M5 = M7 = \overline{M6} \wedge \overline{M8} \wedge SA1 \wedge A4 \wedge \overline{Y8} \wedge GS10$$

Двигатель вибростолы включается после прохода формой датчика движения, и отключения двигателей конвейеров. Также необходим автоматический режим и отсутствие аварии на четвертом участке. Двигатель вибростолы работает на протяжении заданного времени (15 секунд).

$$M8 = \overline{M5} \wedge \overline{M6} \wedge SA1 \wedge A4 \wedge GS10$$

После отключения вибростола подается сигнал на включение двигателя пресса. При этом необходим автоматический режим, отсутствие аварии на четвертом участке, отключенные двигатели конвейеров, отсутствие формы в поле зрения датчика движения. Двигатель пресса работает на протяжении заданного времени (15 секунд).

$$M6 = \overline{M5} \wedge \overline{M8} \wedge SA1 \wedge \overline{A4} \wedge \overline{GS10}$$

Общая авария четвертого участка формируется из сигналов с датчиков перегрева каждого двигателя и аварий лент конвейеров. Достаточно хотя бы одного из этих сигналов для фиксации общей аварии.

$$A4 = AS5 \vee AS6 \vee AS7 \vee AS8 \vee AL4 \vee AL5$$

Каждая авария конвейера формируются из текущего статуса соответствующего двигателя и сигнала с датчика движения. При включенном двигателе должен приходиться сигнал с датчика о том, что движение ленты имеет место, и наоборот. В противном случае система фиксирует аварию. Сигнал об этих авариях приходит с задержкой (10 секунд), что обусловлено наличием определенного времени выхода двигателя на рабочий режим.

$$AL4 = (\overline{M5} \wedge VS4) \vee (M5 \wedge \overline{VS4})$$

$$AL5 = (\overline{M7} \wedge VS5) \vee (M7 \wedge \overline{VS5})$$

Сигналы с датчиков перегрева поступают без задержки и сразу же фиксируют аварию. Общая авария сбрасывается кнопкой сброса после её устранения.

ВЫВОДЫ

Разработанная система автоматизации максимально снижает вмешательство человека в производственный процесс, что в свою очередь снижает производственные риски, а также увеличивает качество изготавливаемых блоков. Для эксплуатации системы достаточно двух-трех операторов, в то время как в ручном производстве блоков необходимо задействовать от семи до десяти человек, чтобы обеспечить ту же скорость производства. Система с близкой к максимальной точностью дозирует количество сыпучих компонентов и воды. Кроме того, приготовление смеси и ее вибропрессование происходит в течение заданных оптимальных временных промежутков и с необходимой скоростью/усилием.

При этом энергетическая эффективность предприятия соответствует всем нормам и требованиям законов. Экологичность производства обеспечивает отсутствие вредных выбросов в атмосферу и сточных вод. Также данное производство вполне можно назвать «зеленым» из-за того, что в процессе производства новых блоков используется лом кирпича, полученный при сносе старых построек.

Отличительной особенностью данного алгоритма является отсутствие аналоговых переменных. Импульсный характер показаний с датчиков и управляющих сигналов обеспечивает более быструю реакцию системы на происходящие в ней изменения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Производство шлакоблока: состав и технология // ResforBuild. URL: <http://resforbuild.ru/beton/bloki/shlakobloki/proizvodstvo-shlakobloka-texnologiya.html> (дата обращения: 26.08.2018).
2. ГОСТ 24.104-85 Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008639> (дата обращения: 26.08.2018).

3. *Завьялов В. А.* Релейно-пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор для управления приводом лифтов/ В.А Завьялов, В.А, Величкин // *Механизация строительства* — 2012. — № 12 — С. 5–17.
4. *Громаков Е.И., Каранкевич А.Г.* Проектирование систем управления для гибких автоматизированных производств. — Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2008. — 152 с.
5. Контроллеры измерительные МС-12. Руководство по эксплуатации. // МЗТА. URL: http://80.240.100.136/mc8_re.pdf (дата обращения: 26.08.2018).
6. Модули расширения дискретных выходов MR20.3. Руководство по эксплуатации. // МЗТА. URL: http://80.240.100.136/mr20_re.pdf (дата обращения: 26.08.2018).
7. Модули расширения дискретных входов ME20. Руководство по эксплуатации. // МЗТА. URL: http://80.240.100.136/me20_re.pdf (дата обращения: 26.08.2018).
8. ГОСТ 34.602-90. Информационная технология (ИТ). Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-34-602-89> (дата обращения: 26.08.2018).
9. *Volkov A., Sedov A., Chelyshkov P., Kulikova E.* Modeling the thermal comfort of internal building spaces in hospital . *Applied Mechanics and Materials Vols. 584-586 (2014) pp 753-756* © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.584-586.753
10. *Volkov A., Sedov A., Chelyshkov P., Doroshenko A.* Using CAD for selecting different ACS engineering systems of buildings and structures in the presence of interference and restrictions . *Applied Mechanics and Materials Vols. 580-583 (2014) pp 3231-3233* © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.580-583.3231
11. *Волков А.А., Чельшиков П.Д., Седов А.В.* Методика построения распределенных интеллектуальных систем управления энергопотреблением комплексов объектов в условиях произвольных ограничений ресурсов. *Вестник МГСУ*. – 2013. – №5.
12. *Volkov A., Sedov A., Chelyshkov P., Kulikova E.* Modeling the thermal comfort of internal building spaces in kindergarten. *Applied Mechanics and Materials Vols. 584-586 (2014) pp 757-760* © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.584-586.757.
13. *Volkov A., Sedov A., Chelyshkov P., Kulikova E.* Modeling the thermal comfort of internal building spaces in school. *Applied Mechanics and Materials Vols. 584-586 (2014) pp 757-760* © (2014) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.584-586.757.

АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «СТОИМОСТЬ В СИСТЕМЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

Н.М. Шумейко

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,
г. Москва, Ярославское шоссе, 26 (89261729719@yandex.ru)*

Аннотация

Предмет исследования – **понятия стоимости** в строительной отрасли.

Цены и ценообразование являются одним из ключевых элементов рыночной экономики.

Актуальность исследования обусловлена с одной стороны важностью понятий, а с другой, отсутствием единого понятийного аппарата по вопросам стоимости строительной продукции, разбросанностью отдельных понятий по разным источникам, с различными формулировками одних и тех же понятий в контексте каждого документа и логическими ошибками, допущенными в формулировках.

Объектами исследования являлись действующие и ранее действовавшие нормативные правовые акты (НПА) и методические документы, регламентирующие ценообразование в строительстве.

Предметом исследований являлись содержание и объем понятий «стоимость» и «сметная стоимость», приведенные в НПА, регламентирующих ценообразование в строительстве.

Метод исследования – теоретический. В качестве теоретической основы использованы основные положения системного анализа, термины и логические приемы: логики для раскрытия сущности понятий: сравнение, анализ, синтез, абстрагирование и обобщение

Цель исследования - обосновать и сформулировать системное понятие «сметная стоимость» в строительстве

В результате исследований установлено (обосновано):

- словосочетание «сметная стоимость» и «сметные документы» в системе строительного ценообразования можно считать тождественными;
- общие существенные признаки понятия «сметная стоимость» являются общими для всех этапов жизненного цикла (ЖЦ) объекта строительства и этапа ИСП.

Для отличия сметной стоимости, определенной на разных этапах ЖЦ и ИСП, предложено классифицировать понятие «сметная стоимость» (сметная документация) по объему и содержанию понятия.

Выделены существенные отличительные признаки объема понятия «сметная стоимость» на каждом этапе ЖЦ и ИСП, и существенные отличительные признаки содержания понятия, которыми однозначно характеризуются свойства, определяется назначение и область применения сметной стоимости на каждом этапе ЖЦ и ИСП.

Методологический подход и результаты исследований могут быть использованы при создании профессионального глоссария системы строительного ценообразования, подготовке НПА и методических документов.

ВВЕДЕНИЕ

Понятие – одна из основных форм научного познания, является важнейшим элементом любой теории. Формируя понятие, наука отражает в них изучаемые ею предметы, явления, процессы.

Цены и ценообразование являются одним из ключевых элементов рыночной экономики, основой всех экономических измерений. В наиболее общем, абстрактном понимании цена есть денежное выражение стоимости продуктов или услуг.

В настоящее время единого документа по терминологии и понятиям системы ценообразования (ЦО) в строительстве нет. Понятия, относящиеся к системе ЦО, приведены в нор-

мативных правовых актах (НПА) бессистемно, разрознено, как правило, с оговоркой «для применения в конкретном документе». Кроме того, приведенные в НПА понятия изобилуют логическими ошибками.

Отсутствие единого понятийного терминологического аппарата влечет за собой проблемы разработки и применения нормативных и методических документов по расчету стоимости строительной продукции, общих правил и подходов к оформлению сметной документации.

Создание профессионального глоссария в сфере строительного ценообразования осложняется многообразием нормативных правовых актов различного уровня с различными формулировками одних и тех же понятий в контексте каждого документа.

Актуальность исследования обусловлена с одной стороны важностью понятий, а с другой, отсутствием единого понятийного аппарата по вопросам стоимости строительной продукции, разбросанностью отдельных понятий по разным источникам, с различными формулировками одних и тех же понятий в контексте каждого документа и логическими ошибками, допущенными в формулировках.

Цель данных исследований - обосновать и сформулировать системное понятие «сметная стоимость» в строительстве.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Определена надсистема понятия, место понятия в надсистеме и накладываемые надсистемой ограничения (условия существования понятия).

2. Выполнен анализ формулировок, приведенных в НПА по ценообразованию, определен объем и содержание приведенных понятий, выявлены недостатки и нестыковки.

3. Выделены, обоснованы и сформулированы общие существенные признаки понятия «сметная стоимость» для всех этапов инвестиционно-строительного проекта (ИСП) и жизненного цикла (ЖЦ) объекта строительства.

4. Определены отличительные существенные признаки, критерии и термины для классификации понятия «сметная стоимость» в привязке к этапам ИСП.

Объектами исследования являлись действующие и ранее действовавшие НПА и методические документы, регламентирующие ценообразование в строительстве.

Предметом исследований являлись содержание и объем понятий «стоимость» и «сметная стоимость», приведенные в НПА, регламентирующих ценообразование в строительстве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Метод исследования – теоретический. В качестве теоретической основы использованы основные положения системного анализа, термины и логические приемы: логики для раскрытия сущности понятий: сравнение, анализ, синтез, абстрагирование и обобщение [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Известно, что основными функциями строительной отрасли является создание и обновление объектов строительства. Создание объектов относится к понятию «новое строительство». Обновление объектов - это реконструкция, расширение, техническое перевооружение, поддержание мощности, текущий ремонт, капитальный ремонт, реставрация уже существующих объектов. Термин «обновление» законодательно не предусмотрен. Содержание работ при обновлении объектов капитального строительства приведено в МДС 81.-35.2004 [2].

Жизненный цикл (ЖЦ) объекта капитального строительства включает создание, эксплуатацию, обновление и разборку (снос, ликвидацию).

Инвестиционно-строительный проект (ИСП) на любом этапе ЖЦ включает планирование работ и инвестиций, организацию работ, включая закупочные процедуры и заключение контракта (договора), и производство работ с контролем, в том числе и финансовых показателей. В систему финансовых показателей ИСП входят понятия: стоимость, себестоимость и прибыль.

Во всех отраслях экономики, как в сфере производства, так и сфере услуг, существует единый принцип определения стоимости (цены). Стоимость любой продукции и услуг всегда и везде включает себестоимость плюс прибыль. Себестоимость всегда определяется путем калькуляции (суммирования) затрат.

При едином принципиальном подходе, методы формирования и название цен в различных отраслях имеет особенности. В зависимости от методов определения различают: отпусковые цены - на промышленную продукцию, закупочные цены - в сельском хозяйстве, тарифы на поставку ресурсов и услуги монополистов, сметная стоимость - в строительстве.

Во всех отраслях экономики, кроме строительства, цены для потребителей устанавливаются, как правило, на конечную продукцию, после реализации инвестиционного проекта (ИП), то есть, вначале инвестируют денежные средства, изготавливают продукцию, рассчитывают себестоимость, назначают прибыль с учетом срока окупаемости и определяют цену.

Главным отличием сметной стоимости от стоимости промышленной и сельскохозяйственной продукции, и услуг монополистов является то, что сметная стоимость строительной продукции всегда предполагаемая (прогнозная), независимо от этапа ЖЦ, методов расчета, уровня цен и этапа ИСП, так как составляется всегда на этапе планирования будущих затрат.

Второе отличие сметной стоимости заключается в том, что: базой (основой) цены строительной продукции и каждого объекта строительства в целом служат не фактическая себестоимость продукции, а стоимость аналогов или утвержденные на государственном или ином уровне статистически усредненные сметные нормативы.

Поэтому метод сметного расчета предстоящих затрат на всех этапах жизненного цикла ИСП (начиная от идеи инвестиционного проекта и концептуальных расчетов, и заканчивая прогнозированием размера эксплуатационных затрат, определением доходности проекта и ликвидационных затрат) называется нормативно-калькуляционным.

Нормативно-калькуляционный метод сметного ценообразования является основным методом всей современной системы управления стоимостью строительства и применяется на всех этапах жизненного цикла ИСП.

Третье отличие обусловлено большим количеством участников и длительностью технологического цикла ИСП. Указанной особенностью обусловлена необходимость учета затрат каждого участника, на каждом этапе ИСП и установления сметной стоимости не только в целом за объект, но за условно готовую (промежуточную) продукцию.

Применительно к составлению сметной документации под строительной продукцией понимается вид работ (услуг), конструкция, система инженерно технического обеспечения (ИТО), технологическая система, этап работ, часть здания (сооружения), пусковой комплекс, очередь строительства, здание (сооружение) в целом.

Стоимость ИСП (объекта строительства) определяется в соответствии с положениями ГрК [3], в составе обоснования инвестиций (ОБИН) [4], на этапе планирования капитальных вложений [5]; на этапе формирования и реализации федеральных адресных инвестиционных программ [6], на этапе подготовки проектной и рабочей документации [7], на этапе закупочных процедур [8, 9], в процессе производства и приемки работ (услуг).

В СНиП 4 -16.84 [10] понятия «стоимость строительства» и «сметная стоимость строительства» не различались. Различие этих понятий впервые введено в СП-81-01.94 [11], а затем повторено в МДС 81-1.99 [12] в следующей редакции:

Стоимость строительства новых, расширения, реконструкции, технического перевооружения и капитального ремонта действующих предприятий, зданий и сооружений (далее строительства)- это сумма денежных средств, которые требуются для его осуществления и определяются в составе *предпроектных проработок* (обосновании инвестиций).

Сметная стоимость строительства предприятий, зданий и сооружений - это денежные средства, сумма которых определяется на основе *проектных материалов*.

Концепцией ценообразования и сметного нормирования в строительстве в условиях развития рыночных отношений [13] предложено жестко не регламентировать стадийность проектирования. Там же указано, что инвестор и подрядчик имеют право принимать за основу для формирования договорной цены на строительную продукцию стоимость, определенную на любой стадии разработки документации для строительства.

В действующей редакции МДС 81-35.2004 [2] под сметной стоимостью понимается «сумма денежных средств, необходимых для осуществления строительства в соответствии с проектными материалами».

Основанием для определения сметной стоимости строительства могут являться:

исходные данные заказчика для разработки сметной документации, *предпроектная и проектная документация*;

действующие сметные нормативы, а также отпускные цены и транспортные расходы на материалы, оборудование, мебель и инвентарь;

отдельные, относящиеся к соответствующей стройке, решения органов государственной власти.

Сметная стоимость является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную продукцию, расчетов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтно-строительные и др.) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на стройки, а также возмещения других затрат за счет средств, предусмотренных сводным сметным расчетом.

Согласно ПП 563 от 12.05.17 г. [4], в составе обоснования инвестиций (ОБИН) отдельным разделом приводится обоснование предполагаемой (предельной) стоимости строительства, который состоит из текстовых документов. Состав и наименование текстовых документов не приведен. Из стоимости исключен термин «сметная» и введен термин «предполагаемая (предельная)»

В ПП № 87 от 16.02.08 [7] сказано, что на этапе подготовки проектной документации определяется «сметная стоимость». Формулировка понятия не приводится.

Согласно действующей редакции ГрК РФ [3] сметная стоимость строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (далее - сметная стоимость строительства) - сумма денежных средств, необходимая для строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, проведения работ по сохранению объектов культурного наследия (в ред. от 26.07.2017 N 191-ФЗ, от 03.08.2018 N 340-ФЗ).

Сравнение понятий стоимости строительной продукции, приведенных в НПА, показывает, что единого понятия для определения стоимости строительной продукции нет. Все приведенные в НПА понятия стоимости и сметной стоимости не стыкуются между собой и сформулированы с нарушением правил логики.

В понятии, приведенном в ГрК [3] указан только общий признак «сметная стоимость - это необходимая сумма денежных средств». Но необходимая сумма денежных средств может быть определена разными методами и документами. Существенный признак, присутствующий только сметной стоимости и отличающий ее от стоимости промышленной и/или сельскохозяйственной продукции не указан.

Кроме того, в понятии ГрК нарушен принцип формирования объема и содержания понятия. В приведенном понятии, в левой и правой части перечислены этапы жизненного цикла объекта капитального строительства, к которым оно относится, причем, не все и с нарушением логики, в том числе:

- согласно ФЗ-39 от 25.02.99 г. [15] объектами капитальных вложений в Российской Федерации являются различные виды вновь создаваемого и (или) **модернизируемого** имущества;

- согласно МДС 81-35.2004 [2], к обновлению объектов капитального строительства относится кроме перечисленных еще и расширение, техническое перевооружение, поддержание мощности, текущий ремонт и реставрация уже существующих основных фондов.

- проведение работ «по сохранению» необходимо не только для объектов культурного наследия, но и для всех остальных объектов строительства во время эксплуатации.

Словосочетание «Проектные материалы», указанные в МДС 81.35.2004 [2], не могут быть отличительным признаком сметной стоимости, так как «проектные материалы» представляются и на этапе ОБИН, согласно ПП 563 [4], и на этапе подготовки проектной и рабочей документации, согласно ПП 87 [7]. Приведенная формулировка не дает различий между сметной стоимостью, определенной на этих этапах.

Назначение сметной стоимости приведено в МДС 81-35.2004 [2] не корректно. Конечно, сметная стоимость является основой для всего выше перечисленного, но в рыночных условиях, согласно действующему законодательству [15, 16], основным правовым документом, регулирующим производственно-хозяйственные и другие взаимоотношения субъектов инвестиционной деятельности, является договор (контракт) между ними. Понятие "сметная стоимость" из учета фактических затрат в строительстве полностью исключено.

Термин «предполагаемая стоимость» приведенный в ПП 563 [4] не может быть существенным отличительным признаком стоимости на этапе ОБИН, потому что стоимость планируемых работ, всегда определяется до начала работ на любой стадии ИСП и ЖЦ объекта строительства и, поэтому, - всегда «предполагаемая». В понятии, приведенном в ПП 563 [4], состав и наименование документов для определения стоимости не указан. Согласно действующей редакции МДС 81-35.2004 [2] «расчеты стоимости строительства к обоснованиям инвестиций рекомендуется составлять по форме сводного сметного расчета (ССР) на основе объектных расчетов (ОСР) стоимости по отдельным зданиям и сооружениям и локальных расчетов (ЛСР) стоимости по отдельным работам и затратам», то есть, теми же сметными документами, что и в составе проектной документации.

Наиболее достоверное понятие приведено в ПП 427[14] «**Сметная стоимость** строительства – это показатель потребности в денежных средствах, необходимых для осуществления строительства объекта капитального строительства, определяемого расчетным путем в сметной документации». Здесь указаны существенные отличительные признаки сметной стоимости: «расчетным путем» и «в сметной документации».

ПП 716 [6] предусмотрена возможность заключения контракта, «предметом которого является одновременно выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объекта капитального строительства», то есть, до начала подготовки проектной и рабочей документации (п. введен ПП РФ от 12.05.2017 N 563).

Следовательно, на проверку достоверности стоимости ИСП могут быть представлены документы, разработанные на этапе ОБИН.

Согласно законам 44 [8] и 223 [9], обоснование нормативной максимальной цены контракта (НМЦК) на строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объекта капитального строительства, проведение работ по сохранению объектов культурного наследия и на текущий ремонт зданий, строений, сооружений, помещений, определяется проектно-сметным методом, то есть тоже сметными документами.

ВЫВОДЫ

Анализ положений, приведенных в действующих и ранее действовавших нормативных правовых актах, позволяет сделать следующие выводы:

1. Главными существенными признаками понятия «сметная стоимость» является то, что «сметная стоимость – это стоимость, определенная сметными документами». Словосочетание «сметная стоимость» и «сметные документы» в системе строительного ценообразования можно считать тождественными.

2. Общими существенным признаками понятия «сметная стоимость» является то, что «сметная стоимость - это расчетная предполагаемая нормативная стоимость, определенная сметными документами». Общие существенные признаки характеризуют «сметную стоимость», определенную на всех этапах ЖЦ объекта строительства, независимо от стадии проектирования и этапа ИСП, потому что сметная стоимость всегда предполагаемая, определяется до начала выполнения работ (услуг) по сметным нормативам или аналогам.. Утверждение верно, даже если сметная стоимость определяется по аналогам (ранее построенным объектам) потому что, сметная стоимость аналогов, в свою очередь, была определена сметными документами по проектной документации и сметным нормативам.

3. С учетом жизненного цикла объекта строительства понятие сметной стоимости в общем случае может быть сформулировано следующим образом: *«Сметная стоимость строительства, эксплуатации, обновления и разборки (сноса, ликвидации) объекта капитального строительства на всех этапах инвестиционно-строительного проекта - это расчетная предполагаемая нормативная стоимость, определенная сметными документами, включающая совокупность затрат, необходимых и достаточных для реализации планируемых работ»*

4. Назначение и область применения сметной стоимости (сметной документации) зависит от этапа ИСП и ЖЦ объекта строительства.

В качестве предложений сформулированы следующие положения:

1. Для отличия сметной стоимости, определенной на разных этапах ЖЦ и ИСП, понятие «сметная стоимость» (сметная документация) предлагается классифицировать по объему и содержанию путем введения отличительных признаков.

2. Отличительными признаками объема понятия на этапе ЖЦ, на котором определена сметная стоимость (составлена сметная документация), могут быть этапы ЖЦ, в том числе: строительство, эксплуатация, обновление и разборка объекта капитального строительства.

3. Отличительными признаками объема понятия на этапе ИСП, на котором определена сметная стоимость (составлена сметная документация), могут быть этапы ИСП, в том числе: обоснование инвестиций, подготовка проектной документации, подготовка рабочей документации, обоснование НМЦК заказчиком в составе конкурсных документов на закупку, обоснование подрядной стоимости в коммерческом предложении подрядчика, в составе заявки на участие в конкурсе.

4. Каждому объему понятия должно соответствовать содержание. Содержание понятия должно включать совокупность существенных отличительных признаков, которым должна соответствовать сметная стоимость на конкретном этапе ЖЦ и ИСП. Существенными отличительными признаками сметной стоимости, которыми однозначно определяется содержание сметной стоимости, являются:

- состав сметной документации и состав учтенных затрат в сметных документах;
- методы, источники и исходные данные для расчета и учета стоимости строительных ресурсов в сметной стоимости;
- дата или временной интервал, в котором определена цена строительных ресурсов и сметная стоимость в целом;
- уровень цен строительных ресурсов и сметной стоимости в целом в «интервале доверия» (точность оценки);
- методы, исходные данные и источники для учета изменения во времени стоимости строительных ресурсов и сметной стоимости в целом.

Методологический подход и результаты исследований могут быть использованы при создании профессионального глоссария системы строительного ценообразования, подготовке НПА и методических документов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации № НШ-3492.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Челпанов В.Г. Учебник логики//М.: Научная Библиотека, 2010 - 128 с.
2. Шумейко Н. М. и др. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. М., 2004. МДС 81-35.2004. Утверждена Постановлением Госстроя России от 05.03.2004 N 15/1 (ред. от 16.06.2014).
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 04.08.2018).
4. Постановление Правительства РФ от 12 мая 2017 г. N 563 «О порядке и об основаниях заключения контрактов, предметом которых является одновременно выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объектов капитального строительства, и о внесении изменений в некоторые акты правительства РФ».
5. Постановление Правительства РФ от 09.01.2014 N 13 (ред. от 17.10.2017 № 409) "Об утверждении Правил осуществления капитальных вложений в объекты государственной собственности Российской Федерации за счет средств федерального бюджета".
6. Постановление Правительства РФ от 13 сентября 2010 г. N 716 Об утверждении правил формирования и реализации федеральной адресной инвестиционной программы (в ред. от 24.03.2018 №326).
7. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 21.04.2018) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".
8. Федеральный закон от 05.04.13 № 44-ФЗ (ред. от 03.08.18 № 311-ФЗ) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».
9. Федеральный закон от 18.07.2011 N 223-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц".
10. СНиП 4-16.84. Правила определения сметной стоимости строительства. М. ГОССТРОЙ СССР. 1984 г.
11. СП-81-01.94. Свод правил по определению стоимости строительства в составе предпроектной и проектно-сметной документации. М., ГОССТРОЙ РФ. 1994.
12. МДС 81-1.99 Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории РФ. М. ГОССТРОЙ РФ. 1999.
13. Основные положения (концепция) ценообразования и сметного нормирования в строительстве в условиях развития рыночных отношений. М. 1993 г. Госстрой РФ. Инструктивное письмо от 22 октября 1993 г. N БЕ-19-21/12.
14. Постановление Правительства РФ от 18.05.2009 N 427 (ред. от 13.12.2017 №1541) "О порядке проведения проверки достоверности определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства, финансирование которых осуществляется с привлечением средств бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, средств юридических лиц, созданных Российской Федерацией, субъектами Российской Федерации, муниципальными образованиями, юридических лиц, доля Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований в уставных (складочных) капиталах которых составляет более 50 процентов".
15. Федеральный Закон от 25.02.99 № 39-ФЗ (ред. от 26.07.17 №205-ФЗ) «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений».
16. Гражданский кодекс Российской Федерации, часть вторая. Введен в действие Федеральными Законом № 14-ФЗ от 26.01.96 (ред. от 29.07.18 № 225-ФЗ).

СОДЕРЖАНИЕ

В.А. Абрамович, Н.А. Иванов О РОЛИ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ	5
А.О. Адамцевич, И.В. Блинов СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ЖБИ: ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КАРБОНАТА ЛИТИЯ	12
П.Д. Челышков, П.А. Бражников РЕШЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В REVIT	16
А.А. Василькин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	20
А.А. Волков, И.А. Свиридов ПОЭТАПНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ	25
А.В. Гинзбург, П.Н. Гаряев АНАЛИЗ МЕТОДИКИ АВТОМАТИЗАЦИИ УДАЛЕННОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ СЕРВЕРОВ И РАБОЧИХ КЛИЕНТСКИХ МЕСТ	29
Н.А. Гаряев, Я.А. Алексеевская РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ	34
Айюб Фади, Н.А. Гаряев ПРИНЯТИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ СИРИИ)	37
В.В. Гаряева, Н.А. Гаряев ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	43
А.В. Гинзбург, А.О. Исаев ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ	47
А.В. Гинзбург, А.И. Рыжкова ФОРМИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛЮ	50
А.В. Гинзбург, Л.А. Шилов ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	54
А.В. Гинзбург, Г.Н. Шинкарева ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНЖИНИРИНГОВОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЛЯ КОНТРАКТОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА	59
А.В. Гинзбург, Е.В. Макиша, А.Ю. Хаустова ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	64
П.К. Гудков, П.Б. Каган УРОВНИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ЗДАНИЙ	68
Е.А. Гусакова, Е.В. Романова О МОДЕЛИРОВАНИИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ УЧАСТНИКОВ ПРОЕКТА ДЕВЕЛОПМЕНТА НЕДВИЖИМОСТИ	74
Н.В. Данилина, С.С. Руденко РАЗВИТИЕ BIM – ТЕХНОЛОГИИ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ	80
В.С. Евстратов, Л.А. Шилова ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	84
А.Г. Ельфимова, Е.В. Игнатова ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЛАНОВО-ФАКТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОЕКТА	88

Е.В. Игнатова, И.Д. Дмитриева СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ АРІ ДЛЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ «НЕОСИНТЕЗ»	92
Е.В. Игнатова, А.С. Смышляева АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В AUTODESK REVIT	95
Е.В. Игнатова, М.А. Уткин BIM В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	99
Р.С. Васильев, А.Г. Чепрасов, Е.В. Игнатова СИСТЕМОТЕХНИКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЗДАНИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ	104
А.Д. Ишков ЗАЩИТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СФЕРЕ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ	114
Е.Х. Китайцева, Д.А. Константинова ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ)	118
Е.Х. Китайцева, Д.А. Константинова ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ГЕЛИОУСТАНОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНЦЕПЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	123
Н.В. Князева, Г.Т. Томаев ИНТЕГРАЦИЯ BIM МОДЕЛИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СЛУЖБ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА	128
М.М. Кожевников, А.В. Гинзбург КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	132
С.Т. Кожевникова, А.В. Гинзбург ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА	137
А.В. Гинзбург, А.И. Конилов ИССЛЕДОВАНИЕ РЯДА МЕТОДОВ АВТОМАТИЗАЦИИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	142
А.В. Гинзбург, А.И. Конилов ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗАХ	148
А.И. Конилов ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ABC-XYZ АНАЛИЗА В ПРИЛОЖЕНИЯХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	154
А.А. Лapidус, И.Л. Абрамов СИСТЕМНО-КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СЛОЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	159
А.А. Лapidус, А.Н. Макаров СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	163
К. Ю. Лосев КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА	168
К.Л. Лошкарева, Д.В. Яценко НАБОР ТРЕБОВАНИЙ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЙ К ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	172
П.Д. Челышков, Д.А. Лысенко МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ВАРЬИРУЕМЫМ КРИТЕРИЯМ В САПР	178
Н.А. Макиша, Е.В. Носорев ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ БАШЕННЫХ АЭРОТЕНКОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД	181
А.А. Волков, Е.И. Насонов КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ	184

В.Д. Ободников, С.А. Алексеев, П.Б. Каган ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В BIM ПРОЕКТИРОВАНИИ	189
А.А. Волков, А.Н. Овчинников ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ И СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА	194
А.И. Пиляй ОБРАБОТКА ДАННЫХ СВЯЗАННЫХ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	198
К.В. Постнов, П.Б. Каган ТЕХНОЛОГИИ "BIG DATA" ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА	202
А.А. Волков, В.М. Ройтман, Д.Н. Приступюк, В.Ю. Фёдоров ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТОВ ПРОГРЕВА КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ОЦЕНКАХ ИХ ОГНЕСТОЙКОСТИ	207
Б.С. Садовский, К.А. Мочкин, Е.В. Игнатова РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ	213
В.С. Семенов, А.Д. Жуков СИСТЕМЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ИЗОЛЯЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕСШИТОГО ПЕНОПОЛИЭТИЛЕНА	217
Д.Н. Силка СИСТЕМОТЕХНИКА ПРОЕКТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ	221
Л.Е. Суркова, Е.К. Суркова, Н.А. Гаряев АНАЛИЗ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	225
С.Л. Тен, О.Н. Кузина ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ: ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ, АРХИТЕКТУРА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	228
Д.В. Топчий, А.Я. Токарский МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО НАДЗОРА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЮ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ	234
З.Р. Тускаева, З.В. Албегов ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА (ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ) КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ	239
А.М. Колбасин, О.Е. Хусу, П.Б. Каган ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМОТЕХНИКИ	245
Д.О. Чиркин, А.В. Дорошенко АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ	249
Н.М. Шумейко АНАЛИЗ ПОНЯТИЯ «СТОИМОСТЬ В СИСТЕМЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»	255