Научная статья
Original article
УДК 69.05

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

INFLUENCE OF MODERN METHODS OF CONTROL OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS ON THE EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS

Фещенко Дмитрий Евгеньевич, магистрант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4), тел. 8(921) 189-24-31, http://orcid.org/0000-0001-8520-2442, dyfesch@mail.ru

Feschenko Dmitry Evgenievich, magistrate of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (190005, Russia, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya st., 4), tel. 8 (921) 189-24-31, http://orcid.org/0000-0001-8520-2442, dyfesch@mail.ru

Аннотация. Строительство зданий и сооружений – производство, требующее крупных финансовых вложений. Застройщики рискуют потерпеть убытки из-за любой незначительной ошибки при проектировании или в процессе строительства, которые могут повлечь за собой переносы сроков сдачи объектов и выплаты неустоек за некачественное выполнение работ и прочие необязательные траты. В свою очередь, работники этих компаний ежедневно находятся в зоне повышенной опасности и подвергают себя определенным

рискам. В данной статье обоснована необходимость применения информационного моделирования в строительстве-для контроля строительно-монтажных работ в контексте производительности и безопасности труда. Предлагаемая концепция позволяет управлять процессом обеспечения безопасности на строительной площадке и сократить риск дополнительных издержек при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Abstract. The construction of buildings and structures is a production that requires large financial investments. Developers run the risk of incurring losses due to any minor error in the design or in the construction process, which may entail postponement of the delivery of objects and the payment of penalties for poor-quality work performance and other unnecessary expenses. In turn, the employees of these companies are in a high-risk zone every day and expose themselves to certain risks. This article substantiates the necessity of using information modeling in construction to control construction and installation works in the context of productivity and labor safety. The proposed concept allows you to manage the process of ensuring safety at the construction site and reduce the risk of additional costs in the implementation of investment and construction projects.

Ключевые слова: строительство, BIM-технологии, информационное моделирование, нейронные сети, управление безопасностью, организация строительства.

Key words: construction, BIM technologies, information modeling, neural networks, security management, organization of construction.

В связи с повышенной опасностью строительного производства, число людей, которые погибают на строительных площадках, является чрезвычайно большим. За время строительства объектов, приуроченных к проведению чемпионата мира по футболу в 2022 году в Катаре, начиная с 2010 года, погибло более, чем 6500 людей [1]. При этом, это только официальные данные и объективно неизвестно, сколько рабочих погибло на самом деле в связи с часто встречающейся практикой сокрытия несчастных случаев.

Только за 2019 год в Российскую Федерацию приехало около 12 млн. мигрантов, которые, как правило, работают нелегально без каких-либо документов и нередко их труд привлекается на строительные площадки. [2]. Соответственно, при несчастном случае расследование может вовсе не начаться, а травмированные работники не получат должной, профессиональной медицинской помощи. Все, на что такой сотрудник может рассчитывать – это неквалифицированная медицинская помощь. В случае гибели неофициально устроенного сотрудника на производстве, работодатель имеет возможность скрыть несчастный случай. При любых обстоятельствах, происшествие не будет учтено в статистике [3].

Все же, опираясь на официальную статистику, мы знаем, что в 2018 году на всех производствах России происходили несчастные случаи, с общим количеством пострадавших, равным 23600 человек. Из них 4720 относятся к строительному производству. Из всех происшествий смертельным исходом закончилось 214 несчастных случаев по данным Росстата [4].

Исходя из этого, можно сделать вывод, что каждый пятый несчастный случай происходит на строительной площадке, а каждый двадцать второй из них завершается смертельным исходом. Отсюда, был определен риск гибели на строительной площадке в России. Приемлемым риском во всем мире установлена величина, равная 1*10-6 в год, тогда как величина риска гибели на строительной площадке равняется 1*10-3 в год. Таким образом, величина риска гибели, работая на стройке в тысячу раз больше, чем величина приемлемого риска. Аналогичная ситуация с повышенной смертностью наблюдается также на строительных площадках и в других странах [5].

В виду отсутствия какой-либо квалификации, относящейся к строительству, у ряда нелегальной рабочей силы, а также халатного отношения строителей возникают не только несчастные случаи, но и нарушение технологии строительства.

В первую очередь, дефекты, появляющиеся в ходе строительства связаны с отклонениями действительного состояния от проектной документации.

Например, на строительном объекте по адресу Валдайская улица, д. 6 к. 2, посёлок Шушары, Пушкинский район, Санкт-Петербург, Россия, было выявлено нарушение по ширине дверных проемов в процессе строительства (рис. 1.1, рис. 1.2). Согласно требованиям нормативной документации, ширина просвета должна составлять как минимум 900 мм, а как видно на рисунке 1.2, ширина просвета, без дверного полотна составляет 890 мм. С учетом того, что в здании будет проводится отделка помещений, будут установлены сами двери, можно полагать, что ширина просвета будет достигать 860мм. Представленное нарушение достаточно часто встречается. Причиной этому может служить как халатность при исполнении работ, так и неверная интерпретация документации из-за отсутствия квалификации, поскольку регулярно возникает путаница в определении терминов «ширина дверного полотна» и понятие «просвет».

Также одним из самых часто встречаемых препятствий, можно отметить дверные пороги. Высота, на которую выступает порога не так давно стала регулироваться благодаря СП 59.13330.2021, который установил, что максимальная высота порога должна быть 14 мм. В тоже время, данная проблема остается повсеместной. Как мы видим на рисунке 1.5, высота порога составляет порядка 20 мм (рис. 1.5).



Рис. 1.1. Дверной проем.



Рис. 1.2. Размер проема.



Рис. 1.3. Высота порога.

В качестве примера также можно привести дефект монтажа железобетонных колонн (Рис. 1.4). Представленный на иллюстрации дефект заключается в том, что работники установили колонны в несоответствии с требованиями проекта (Рис. 1.5). В связи с этим снижается несущая способность колонн, что в перспективе может привести к разрушению здания, а также невозможным оказывается проведение дальнейших работ в силу того, что будущая деятельность основана на конкретных геометрических параметрах, которые в этом примере не соответствуют требуемым.



Рис. 1.4. Дефект монтажа железобетонных колонн

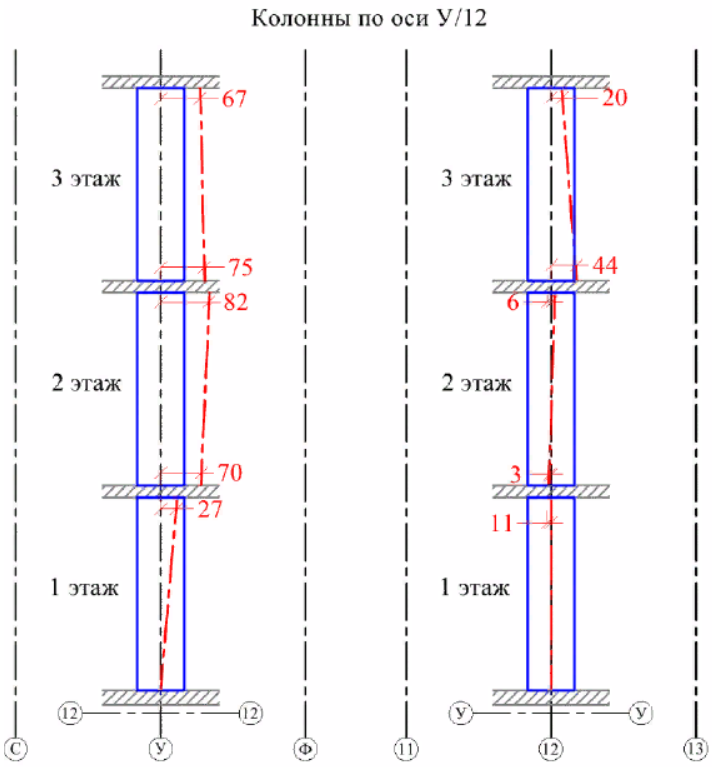

Рис. 1.5. Отклонение геометрических параметров от требуемых

В свою очередь, статистика травматизма на строительной площадке показывает, что самыми распространенными причинами являются неудовлетворительная организация производства работ, неприменение средств индивидуальной защиты и нарушение требований безопасности [6]

Всеобщая неорганизованность, халатность и безответственное отношение прослеживается во всей сфере организации строительства. Безопасность и процесс выполнения работ взаимосвязаны.

Управление безопасностью – это постоянно действующий процесс, направленный на повышение безопасности организации работ с целью снижения травматизма, количества несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Для организации работ предлагается использовать возможности технологии информационного моделирования. BIM – технология управления всеми этапами строительства объекта и их составляющими. Особенность BIM заключается в работе не с графическими элементами, как это реализовано в CAD технологиях, а с данными о компоненте [7]. Компонент – одна из составляющих частей какой-либо системы, представленной в проекте.

Программное обеспечение BIM содержит в себе данные о каждом компоненте, которые хранятся в единой базе данных с установленными взаимосвязями.

Например, существует компонент «кирпичная стена», который обладает атрибутами «ширина», «длина», «огнестойкость» и другие. Атрибуты имеют свои собственные, задаваемые значение, что и является данными о компоненте. Компонентам присваиваются свои уникальные идентификационные номера. Это дает возможность различать различные компоненты. К примеру, компания «А», выпускает двери с атрибутами «X, Y, Z и т.д.»; компания «Б» производит также двери с параметрами «X, Y, Z и т.д.». Чтобы была возможность их отличить, каждому элементу присваивается свой индивидуальный номер. Все данные номера заносятся в единый классификатор, которыми пользуются проектировщики.

Множества компонентов относятся к семействам. «Стена из кирпича 120мм», «Ж/Б стена 90мм», относятся к семейству «Стены». Аналогично происходит с другими строительными конструкциями.

При проектировании между компонентами устанавливаются связи, откуда можно проследить всю информацию, о всех семействах, их компонентах и значениях атрибутов объекта. А также можно проследить пересечения различных компонентов на предмет обнаружения коллизий.

Еще одна особенность заключается в возможности BIM наблюдать модель здания на протяжении всего жизненного цикла, следовательно, мы можем увидеть, каким образом будет выглядеть строительная площадка во время любого цикла работ на каждой его стадии.

Отсюда появляется возможность контроля. На данный момент уже существует программа Autodesk BIM 360, позволяющая контролирующим работникам выявлять соответствие фактического оснащения работника строителя средствами индивидуальной защиты и нормативного. В программе содержатся перечни из стандартов обеспечения безопасности. В ходе просмотра перечней на мобильных устройствах выполняется проверка

соответствия нормам (рис. 2). Данную программу необходимо адаптировать для российских строительных площадок.

Управление состоянием условий безопасности на строительной площадке, предотвращение в своевременном порядке возникновения несчастных случаев из-за нарушения требований охраны труда. Применение этой программы уже несколько лет рекомендуется к применению [8].

Предлагаемый в этой статье инструмент управления безопасностью – прикладная программа, выявляющая нарушения охраны труда на строительной площадке в режиме реального времени. Данная концепция обоснована международным стандартом ISO 19650-5 Security-minded approach to information management [9]. Документ описывает подходы к проектированию с упором на вопросы безопасности.

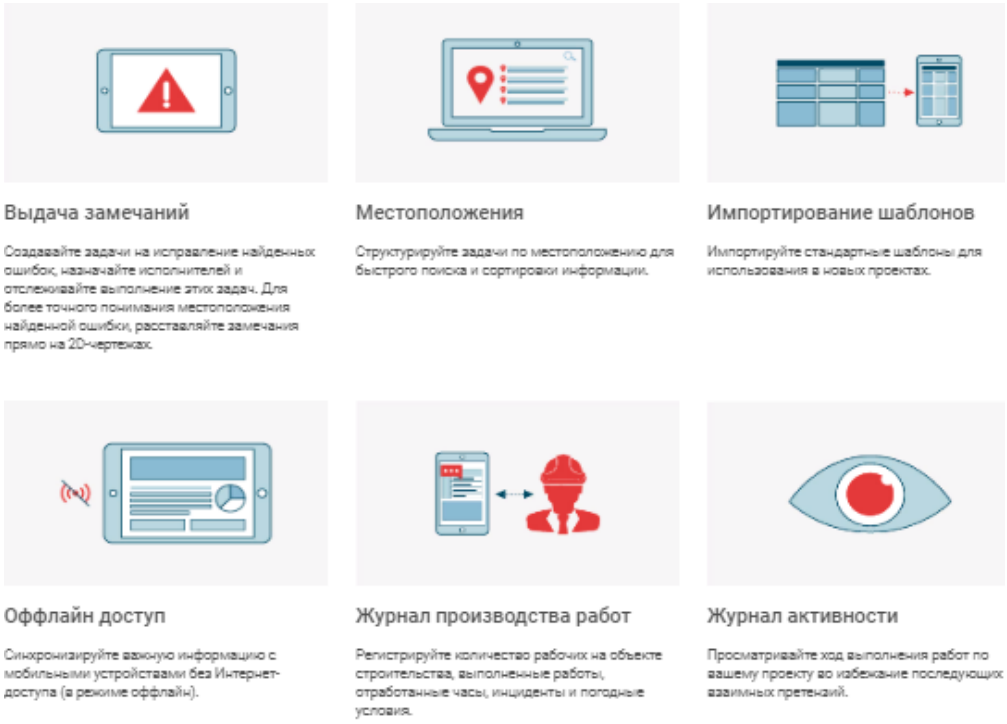

Рис. 2. Алгоритм пользования BIM 360

Уже известно, каким образом с помощью BIM можно провести экспертизу башенного крана с помощью нейронной сети, которая обрабатывает поступающее изображение [10]. Соединяя такие плагины воедино, в будущем можно получить единую, универсальную программу, управляющую охраной труда на строительной площадке.

Следует сказать, что стандартизация на федеральном уровне значительно осложняет внедрение программных комплексов [11]. Отсутствие общего стандарта проектирования вызывает ряд проблем, связанных с потерей эффективности.

Нейронные сети уже обучены детерминации и классификации входящего изображения от видеокамер, установленных на строительной площадке. Анализируя поток вводных данных, нейронная сеть, например, способна отличить башенный кран от погрузчика определить рабочего.

Поступаемое изображение обрабатывается специальным детектором, идентификатором – это алгоритм, который способен выявлять фрагменты, где находятся люди, машины и механизмы. Этот фрагмент изображения нормализуется для того, чтобы нейронной сети его было легче обрабатывать.

Более качественный результат будет получен, если все входные изображения будут одинакового размера, цветности и т.д. Отредактированное изображение подаётся на входы (синапсы) нейронной сети для последующей обработки самим алгоритмом.

Для решения каждой конкретной задачи с поиском объекта на изображении, создается база данных, например, перед нейронной сетью стоит задача в выявлении на представленном изображении башенного крана. Для решения данной задачи нужно создать базу данных с фотографиями башенных кранов. Нейронная сеть способна сравнить пиксели и группы пикселей из базы данных с получаемыми от изображения. Нейронная сеть строит уникальный вектор признаков под башенный кран и сравнивает его с признаками предоставленного изображения. Исходя из чего нейронной сетью производится ответ, изображен ли данном изображении башенный кран. Если признаки совпадают, то ответ положительный, если не совпадают – отрицательный.

С точки зрения обеспечения процесса строительства это означает, что строительный контроль будет проводится сравнением фактического

состояния объекта с проектным, который будет отражен в цифровом двойнике.

Преимущество такого контроля заключается в более высокой точности. Регулярное ведение такого вида контроля позволяет обнаружить ошибки, допущенные в ходе строительства на самых ранних стадиях, соответственно, их устранение не станет серьезной проблемой.

Само по себе применение BIM уже подразумевает более высокую производительность, а в совместимости с новым методом контроля за выполнением работ эта технология придаст эффективности и качества строительному производству.

Предложение использования трекинга рабочих, машин и механизмов, присутствующих на строительной площадке с помощью видеокамер и программы является оптимальным решением вопроса безопасности.

Эта технология уже применяется для выявления факта нахождения рабочих, машин и механизмов на территории строительной площадки, а также этот способ контроля применяется и к самим строителям, на предмет применения рабочим необходимых средств индивидуальной защиты.

С помощью такой программы можно предотвратить несанкционированное нахождение посторонних лиц или предметов на строительной площадке. Зная максимально возможное количество рабочих, которые также должны быть в спецодежде, и техники, нейронная сеть способна определить нарушение требований охраны труда, о чем без промедлений просигнализирует руководящему звену строительной площадки.

По мимо этого, как представлено на рисунке 3, существует возможность наложения изображений, получаемых с видеокамеры, с изображением информационной модели, которая поспособствует созданию цифрового двойника.

Значительным результатом будет трекинг на цифровом двойнике каждого компонента. В цифровом двойнике можно задать определенные зоны. Например, одной из опасных зон на стройке является зона работы башенного

крана. При работе башенного крана, в данной зоне могут находиться исключительно стропальщики, которые соединяют крюки крана с грузом, который необходимо переместить. Таким образом, если посторонний человек, находится в опасной зоне работы крана, нейронная сеть выявит факт пересечения человеческого образа определенных границ заданной зоны. Затем должно произойти незамедлительное информирование всех участников строительного производства об опасности. Стропальщики, задействованные в работе с краном, должны иметь специальные опознавательные элементы, по которым нейронная сеть сможет отличить их от других рабочих.

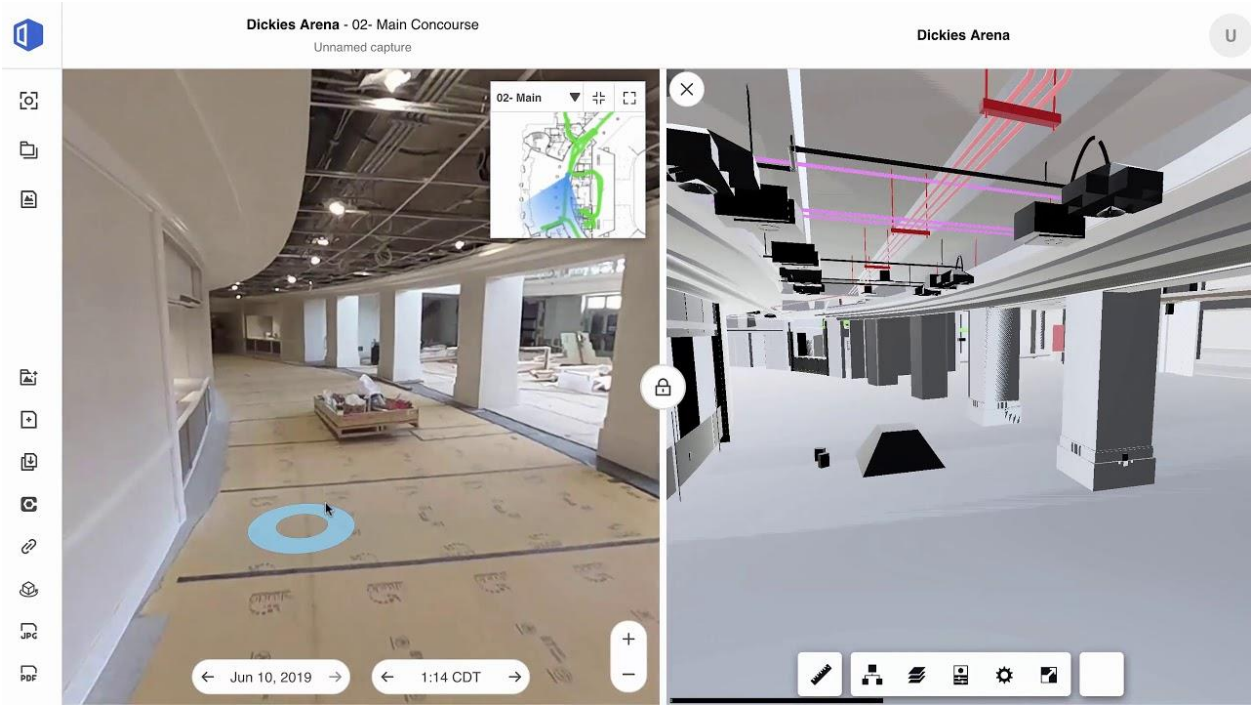

Рисунок 3. Сравнение изображений информационной модели и изображения с видеокамеры

Данную технологию предлагается также использовать как основу для создания автоматизированного инспектора по охране труда. Основываясь на параметрах информационной модели, необходима программа, которая способна выявлять нарушения требований охраны труда на строительной площадке.

Задав требования к атрибутам компонентов, согласно нормативному законодательству в области охраны труда, нейронные сети, способные

детерминировать объекты по их атрибутам могут сравнить значения фактических атрибутов с требуемыми.

Объединив приведенные технологические возможности, мы получим комплексную прикладную программу, которая оценивает обстановку на строительной площадке на предмет валидности проведения работ с точки зрения безопасности и соответствия нормативной и проектной документации.

BIM-технологии позволяют прослеживать изменения во всем жизненном цикле строящегося объекта. Нейронная сеть, которая будет обрабатывать данные компонентов строительной площадки, зная установленные требования к атрибутам, сможет выявить нарушения безопасности в ходе всего строительного производства и отклонения от нормативной и проектной документации.

Использование BIM в полном объеме ведет к воплощению стремления государственной политики, ориентированной на цифровизацию. Информационное моделирование предполагает, что проектная документация представлена в цифровом виде. Строительство сопрягается с рядом других секторов экономики и является крупнейшим потребителем сырья и ресурсов, поэтому внедрение данной технологии есть основа для создания успешной цифровой экономики [12], [13].

Для внедрения предлагаемого метода контроль достаточно полноценного перехода на BIM. Согласно расчетам и материалам, представленным в работе Козлова И.М., чистая прибыль компании при переходе на BIM оказалась на 80% выше, чем при использовании CAD технологий, благодаря повышению производительности [14].

Автором данной работы была проведена оценка экономической эффективности применения BIM по сравнению с CAD. Согласно исследованиям, на программное обеспечение, заработную плату специалистов, оборудование и его содержание и т.д. составляет 2 456 000 рублей из расчета на 3 года. Добавив к этой сумме заработную плату программиста за 3 года, который будет содержать и актуализировать

дополнительное программное обеспечение, описанное выше, равную 1 800 000 рублей и расходы на взносы в бюджетные фонды, равные 543 600 рублей, мы получим 2 343 600 рублей. Таким образом, получается 4 794 200 рублей за 3 года применения BIM. По расчетам Козлова И.М. чистая прибыль после внедрения BIM через 3 года будет составлять 5 808 000. При добавлении программиста чистая прибыль будет составлять 1 014 200 рублей [14].

Учтем тот факт, что программа подразумевает исключение нарушений требований охраны труда. Согласно отчету государственной инспекции труда по Санкт-Петербургу, инспекцией были наложены денежные штрафы на общую сумму 139 359 690 рублей по 200 организациям за 3 квартала 2019 года. В среднем каждая компания платит 697 000 рублей в год за одну такую проверку. Ввиду того, что в официальных источниках отсутствуют данные по конкретным компаниям или по видам деятельности, можно сделать вывод о том, что строительные компании получают штрафы в несколько раз больше, чем средний штраф, рассчитанный выше, поскольку:

— не все компании получают штрафы;

— компании, занимающиеся таким экономическим видом деятельности как строительство, подвержены большим штрафам из-за высокого числа трудящихся и разнообразности деятельности на стройках, соответственно, большего нормативного поля для наложения штрафа.

Компенсация за просрочку сдачи дома начисляется в размере одной трехсотой ставки рефинансирования центрального банка, действующей на день исполнения обязательства, от цены договора за каждый день просрочки. Например, в 2017 году всего застройщиками было задержано 24,3% из общих 7 млн м^2, а средняя цена 1м^2 по России составляла 54 479 рублей [15]. Таким образом, мы можем определить сумму неустойки (S_n) за перенесенные сроки сдачи жилплощади в соответствии с 214 ФЗ, для чего нам также понадобиться ставка рефинансирования на момент 2017 (7,5%) года и средний показатель дней просрочки (210 дней):

$$Sn = \frac{7\,000\,000 * 0{,}243 * 54\,479}{100} * \frac{7{,}5}{300} * 2 * 210 = 9\,730\,221\,795 \text{ рублей (1)},$$

Целесообразно отметить, что предлагаемый метод контроля строительно-монтажных работ предполагает исключение ошибок, допущенных в ходе строительства. Это достаточно регулярная практика, когда застройщикам предъявляются претензии за некачественное выполнение работ и согласно законам Российской Федерации, компания обязана их устранить. Также часто происходят ситуации, когда застройщик нарушает сроки сдачи объектов, но предлагаемый метод контроля и использование BIM абсолютно не допускают данных коллизий и, как следствие, уберегают работодателя от излишних затрат.

Необходимо предпринять меры по полноценному внедрению BIM на российские строительные площадки. На данный момент Правительство использует возможности BIM не в полном объеме даже на тех объектах, которые служат для отработки применения данной технологии. В плане развития и внедрения BIM в России предполагается использовать программное обеспечение BIM как инструмент для создания чертежей, т.е. тоже самое, что позволяет выполнять CAD. Следует брать пример с Великобритании, где специалисты начали подходить к вопросу о внедрении BIM еще в 90-х, были разработаны необходимые стандарты, ориентированные на исключающую ошибки и разногласия коммуникацию между участниками строительства, на подготовку специалистов, был введен план поэтапного использования на реальных объектах и стимулирование за популяризацию и использование BIM.

Применяя BIM в совокупности с предлагаемыми дополнительными методами контроля строительно-монтажных работ, застройщики получают возможность увеличить производительность и повысить качество своих строительных объектов, при этом, уделяя внимание безопасности своих сотрудников.

Безусловно, самым важным является человеческая жизнь и в данной работе реализуется международная тенденция по снижению уровня травматизма на рабочих местах. Предлагаемая концепция предполагает

устранение основных причин высоких показателей по травматизму и смертности путем постоянного наблюдения за снабжением сотрудников СИЗ и контроля за допуском к работе тех лиц, у которых есть соответствующие разрешения.

В дальнейшем все это необходимо консолидировать качеством обучения сотрудников, взяв образец с организации допуска на строительную площадку в Финляндии. В этой стране человек должен предварительно специальные курсы, после которых ему выдается специальная персональная карта (Työturvallisuuskortti), которую строитель должен подтверждать ежегодно. Организовав допуск квалифицированных кадров, ведя наблюдение за ходом всех аспектов строительства, на выходе получится качественный продукт с минимальными затратами по финансам и человеческим жизням.

Литература

1. Revealed: 6,500 migrant workers have died in Qatar since World Cup awarded. The Guardian (2021). Доступно по ссылке: https://www.theguardian.com/global-development/2021/feb/23/revealed-migrant-worker-deaths-qatar-fifa-world-cup-2022 (дата обращения 10.04.2021).
2. Интернет ресурс: https://www.gazeta.ru/social/2019/10/10/12747578.shtml (дата обращения 15.11.20).
3. Интернет ресурс: https://versia.ru/810-tysyach-gastarbajterov-ezhegodno-vozvrashhayutsya-iz-rossii-na-rodinu-v-cinkovyx-grobax (дата обращения 15.11.20).
4. Интернет ресурс: https://getsiz.ru/u-15-rabotnikov-siz-ne-sootvetstvuiut-usloviyam-truda.html (дата обращения 15.11.20).
5. Фещенко Д.Е., Управление безопасностью строительства // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral», 2020, №6.

6. Бакарягина А. Сравнительный анализ общей структуры производственного травматизма в субъектах Российской Федерации и при проведении строительных работ // Вестник молодежной науки. 2016. №5 (7).
7. Гришина Н.М. и Мицко Д.И., Разработка и внедрение BIM-стандарта: исследование методов управления в строительстве // Известия КазГАСУ, 2017, №3 (41).
8. Шарманов В.В., Методика оценки факторов достижения безопасности на строительной площадке на основе информационного моделирования // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2017, №3 (34).
9. International organization for standardization, (2020). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 5: Security-minded approach to information management. ISO 19650-5: 2020. Швейцария.
10. Шарманов В.В., Мамаев А.Е., Симанкина Т.Л., Романович М.А., Методика технической экспертизы башенного крана на основе BIM технологии // Вестник Научного центра, 2019, №2.
11. Петров К.С., Кузьмина В.А., Федорова К.В., Проблемы внедрения программных комплексов на основе технологий информационного моделирования (BIM-технологии) // ИВД, 2017, №2 (45).
12. Синягов С.А., Куприяновский В.П., Куренков П.В., Намиот Д.Е., Степаненко А.В., Бубнов П.М., Распопов В.В., Селезнев С.П., Куприяновская Ю.В., Строительство и инженерия на основе стандартов BIM как основа трансформаций инфраструктур в цифровой экономике // International Journal of Open Information Technologies, 2017, №5.
13. Чурбанов А. Е., Шамара Ю. А., Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса // Вестник МГСУ, 2018, №7 (118).

14. Козлов И.М., Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий // Architecture and modern information technologies, 2010 №1 (10).
15. Интернет ресурс: https://erzrf.ru/news/158-sdayushchegosya-zastroyshchikami-zhilya-imeyet-perenos-sroka-vvoda-na-12-mesyatsev-i-boleye (дата обращения: 10.05.2021).

References

1. Revealed: 6,500 migrant workers have died in Qatar since World Cup awarded. The Guardian (2021). Available at: https://www.theguardian.com/global-development/2021/feb/23/revealed-migrant-worker-deaths-qatar-fifa-world-cup-2022 (date accessed 10.04.2021).
2. Internet resource: https://www.gazeta.ru/social/2019/10/10/12747578.shtml (date of access 11/15/20).
3. Internet resource: https://versia.ru/810-tysyach-gastarbajterov-ezhegodno-vozvrashhayutsya-iz-rossii-na-rodinu-v-cinkovyx-grobax (date of access 15.11.20).
4. Internet resource: https://getsiz.ru/u-15-rabotnikov-siz-ne-sootvetstvuiut-usloviyam-truda.html (date of access 15.11.20).
5. Feschenko DE, Construction Safety Management // International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral", 2020, No. 6.
6. Bakaryagina A. Comparative analysis of the general structure of industrial injuries in the constituent entities of the Russian Federation and during construction work // Bulletin of youth science. 2016. No. 5 (7).
7. Grishina N.M. and Mitsko D.I., Development and implementation of a BIM standard: a study of management methods in construction // Izvestia KazGASU, 2017, No. 3 (41).
8. Sharmanov V.V., Methodology for assessing the factors of achieving safety at a construction site based on information modeling // Academic Bulletin UralNIIproekt RAASN, 2017, No. 3 (34).

9. International organization for standardization, (2020). Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modeling (BIM) - Information management using building information modeling - Part 5: Security-minded approach to information management. ISO 19650-5: 2020. Switzerland.
10. Sharmanov V.V., Mamaev A.E., Simankina T.L., Romanovich M.A., Technique for technical examination of a tower crane based on BIM technology // Bulletin of the Scientific Center, 2019, No. 2.
11. Petrov KS, Kuzmina VA, Fedorova KV, Problems of the implementation of software systems based on information modeling technologies (BIM-technologies) // IVD, 2017, No. 2 (45).
12. Sinyagov S.A., Kupriyanovskiy V.P., Kurenkov P.V., Namiot D.E., Stepanenko A.V., Bubnov P.M., Raspopov V.V., Seleznev S.P., Kupriyanovskaya Yu.V., Construction and engineering based on BIM standards as the basis for transforming infrastructures in the digital economy // International Journal of Open Information Technologies, 2017, No. 5.
13. Churbanov A.E., Shamara Yu.A., Influence of information modeling technology on the development of the investment and construction process // Vestnik MGSU, 2018, No. 7 (118).
14. Kozlov IM, Assessment of the economic efficiency of the implementation of information modeling of buildings // Architecture and modern information technologies, 2010 №1 (10).
15. Internet resource: https://erzrf.ru/news/158-sdayushchegosya-zastroyshchikami-zhilya-imeyet-perenos-sroka-vvoda-na-12-mesyatsev-i-boleye (date accessed: 05/10/2021).

© Фещенко Д.Е., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №1/2022.

Для цитирования: Фещенко Д.Е. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №1/2022.