



НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИИ В ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Н. И. Масыгина, О. А. Зорина

Масыгина Наталия Ивановна, аспирант, Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Губкин, Российская Федерация, тел.: + 7 (904) 539-10-04; e-mail: natali_masyagina@mail.ru;

Зорина Ольга Анатольевна, кандидат технических наук, доцент, Губкинский филиал Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова, г. Губкин, Российская Федерация, тел.: + 7 (960) 639-31-85; e-mail: olya_zorina_78@mail.ru

На сегодняшний день в Российской Федерации мало используют BIM-технологии, хотя в них заинтересованы. Переход на данный вид технологий в оценке состояния охраны строительного производства возможно при использовании современных методов. Работа по применению BIM-технологий в оценке уровня техносферной безопасности, согласно постановлению, заключается во внедрении и обеспечении оценки условий труда, использовании и актуализации нормативно-технической документации, усовершенствовании законодательства в техносферной безопасности, реализации всестороннего надзора в техносферной безопасности. За счет методик мониторинга можно отслеживать и оценивать действия превентивных методов. Их необходимо пересмотреть для сохранения жизни и здоровья работающих на производстве; снизить все виды работ, связанных с неблагоприятными условиями труда.

Ключевые слова: BIM-технологии, безопасный уровень охраны труда, техносферная безопасность, охрана строительного производства.

THE NECESSITY AND POSSIBILITY OF USING BIM-TECHNOLOGY IN ASSESSING THE LEVEL OF TECHNOSPHERE SECURITY

N. I. Masyagina, O. A. Zorina

Masyagina Nataliya Ivanovna, postgraduate student, Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Gubkin, Russian Federation, phone: + 7 (904) 539-10-04; e-mail: natali_masyagina@mail.ru;

Zorina Olga Anatolyevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Gubkin Branch of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Gubkin, Russian Federation, phone: + 7 (960) 639-31-85; e-mail: olya_zorina_78@mail.ru

To date, BIM technologies are little used in the Russian Federation and are of great interest. The transition to BIM technologies in assessing the state of protection of construction production is possible using modern methods. The work on the application of BIM technologies in assessing the level of technosphere safety, according to the decree, consists in the introduction and provision of an assessment of working conditions, the use and updating of regulatory and technical documentation, improvement of legislation in technosphere safety, implementation of comprehensive supervision in technosphere safety. Through monitoring techniques, it is possible to monitor and evaluate the actions of preventive methods. They need to be reviewed for workers in production, to preserve life and health. And due to them, reduce all types of work related to unfavorable working conditions.

Keywords: BIM-technologies, safe level of labor protection, technosphere safety, safety of construction production.

Как правило, по управлению рисками правительство Российской Федерации продолжает работу по переходу организации труда на современную модель с затратной обычной (компенсационной). Рассматривая действия превентивных методов необходимо пересмотреть их для работающих на производстве для сохранения жизни и здоровья. Использовать возможность также снизить все виды работ, связанных с неблагоприятными условиями труда.

Объект исследования – BIM-технологии, используемые для оценки состояния охраны строительного производства.

Цель исследования - показать возможность применения BIM-технологии при оценке результатов в соответствии с нормами по основным опасным и вредным производственным факторам в строительном-монтажных работах.

Задачи исследования – исследовать необходимость перспектив в использовании BIM-технологий для повышения оценки уровня техносферной безопасности на строительных площадках; провести мониторинг и составить методику по безопасности строительства с применением оцифровывания

опасных и вредных факторов, с помощью комплекса BIM-технологий.

Научная новизна исследования возможность разработки методики мониторинга и оценки с помощью трехмерного моделирование и BIM-технологий, которые признаны высокоперспективным направлением в современном моделировании, выявлять и оценивать влияние опасных и вредных факторов на территории Белгородской области.

Актуальность исследования

Исследуя наши и зарубежные источники, уже имеются нормативные документы по развитию BIM-технологий на строительном-монтажных площадках.

В 1975 году «моделирование зданий» пришло к нам из технологического института от Джорджии Чаком Истманом, который опубликовал статью в журнале Американского института архитекторов (AIA) под рабочим названием «Building Description System» (Система описания здания). В статье был употреблен термин, как информационное моделирование зданий. В нынешнем понимании Роберт Эш показал качественно новый подход в проектировании. А первый случай использования BIM-

технологии, успешно реализован проектом 3-й терминал лондонского аэропорта Хитроу.

Так, например, в документе OHSAS 18001:1999 «Система управления профессиональным здоровьем и безопасностью. Спецификация» рассмотрен новый подход к системе управления охраной труда. Документ основан на механизме постоянного контроля мероприятий по улучшению условий труда.

Великобритания стала примером, ее положительный опыт, на пути превентивных мер в оценке профессиональных рисков и создания эффективной системы контроля в оценке уровня техноферной безопасности – это приводит к снижению уровня производственного травматизма, который был принят Международной организацией труда (МОТ) [1] в 1999 г.

На сегодняшний день в Российской Федерации мало используются BIM-технологий и имеют большой интерес.

Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 № 596–606 «об основных направлениях деятельности Правительства Российской Федерации направлен на активизацию работы по созданию современной модели организации охраны труда». Работа по применению BIM-технологий в оценке уровня техноферной безопасности, согласно постановлению, заключается во внедрении и обеспечении оценки условий труда, использовании и актуализации нормативно-технической документации, усовершенствования законодательства в техноферной безопасности, реализации всестороннего надзора в техноферной безопасности.

Так, в 2014 году Фондом социального страхования Российской Федерации (далее – ФСС РФ) зафиксировано 47 453 страховых случая, связанных с травматизмом на предприятии, что ниже аналогичного показателя 2013 года на 5,0 % (на 2486 случаев) [2]. Уже сегодня можно отметить, что принимаемые государством меры по улучшению ситуаций в техноферной безопасности на предприятиях приносят свои плоды. Растет финансирование профилактических действий, которые могут повлечь за собой снижение травм, по снижению общего количества больных с профзаболеваниями и количества пострадавших на производстве.

В данных от Международной организации труда публикуется ежегодный отчет о результате несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: погибает 2,3 млн человек в день. В мире зарегистрировано около 340 млн несчастных случаев на производстве и около 160 млн жертв профессиональных заболеваний. Применительно к строительной отрасли наблюдается непропорционально высокий уровень рассматриваемых несчастных случаев, следует отметить, что неучтенные данные временами перекрываются учтенными в несколько раз, что может быть связано с легкими травмами, не приведшими к летальным исходам. Также следует обратить внимание на отсутствие должного уровня контроля с использованием новой нормативной литературы.

На рубеже XX века и XXI века наблюдается бурный рост информационных технологий в строительстве, что качественно изменило подходы к проектированию архитектурных объектов, вместе с тем изменился подход к работе по проектированию, как и последующая эксплуатация объектов, спроектированных в BIM-технологии. Другими словами, информационное моделирование зданий (Building Information Modeling (BIM)) – это коллективная работа, в которой участвуют все смежные подразделения и проектные агентства создавая и используя проектную информацию (то есть модель) нового строительства [3].

В приказе № 926/пр от 29 декабря 2014 года «Об утверждении Плана поэтапного внедрения информационного моделирования» в области промышленного и гражданского строительства» [2], подписан Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства (Минстроя России), в котором утвержден план поэтапного внедрения BIM-технологий.

Достаточно большое количество в русскоязычных источниках имеется руководство по обучению инструментами BIM, самих же публикаций по использованию этих технологий с целью повышения в оценке уровня техноферной безопасности недостаточно.

Вот, на примере приведенных в работах В. Д. Ройка [4] экономико-правовые механизмы защиты работников учитываются производственные опасности. Опыт работы механизма компенсации нетрудоспособности на производстве рассматривается детально. Освещены основы теории и методологии организации системы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве.

В статье О. С. Гамаюновой [5] приводится статистика производственного травматизма в Санкт-Петербурге, рассматриваются варианты обучения в сфере безопасности в строительстве, зарубежный опыт в решении вопросов повышения уровня техники безопасности и дается охрана труда.

Так из работ [7], в которой изложены теоретические основы и практические рекомендации страхового андеррайтинга. Показана значимость андеррайтинга в деятельности, а также то, как эта деятельность начинает играть ключевую роль в страховании. Рассмотрены уровни андеррайтинга и их виды. Статистические данные о травматизме приводятся в производстве в зависимости от вида экономической деятельности, а также затрат на обеспечение согласно правилам условий труда.

В научных работах С. П. Левашова [8], можно изучить аналитический обзор системы мониторинга, а также оценки рисков, как в России, так и за рубежом. В работах сделан анализ критериев оценки рисков, которые возникают в процессе профессиональной деятельности работника и приведен ряд следующих действий по обнаружению потенциальных опасностей условий труда. В некоторых есть пример оценки рисков методом статистического моделирования и экспертным методом. Описаны также различные способы оценки рисков при осуществлении инвестиционно-строительных проектов.

Анализируя работы других авторов похожих тематик, можно отметить, что вопросам безопасности уделяется достаточно большое внимание. Так, например, авторы [9, 10] подчеркивают необходимость оценки уровня техносферной безопасности на уровне проектирования строительного объекта, в частности предлагая защищаться от такого фактора, как падение с высоты на уровне проектного изображения. Также рассмотрена возможность создания алгоритма, анализируемого по 3D-модели и обнаруживающего угрозы для безопасности работ. Авторы [11, 12] рассматривают вопросы безопасности строительства путем создания базы облачных технологий, направленной на четкое согласование вопросов охраны труда. Авторы [13, 14] предлагает систематизировать и интегрировать в одну модель все знания, полученные в ходе строительства, начиная от проектирования через все этапы строительства и заканчивая эксплуатацией.

Применение BIM-систем, как инструмент, который позволяет анализировать безопасность будущих сооружений, применять альтернативные системы для возможности эвакуации людей из здания, а не только проектировать проекты. В основном он, конечно же, рассматривается в проектировании строительства дома. Но совсем по-другому, BIM-технологии использовать можно и для оценки техносферной безопасности.

Переход на BIM-технологии в оценке состояния охраны труда и техники безопасности на строительной площадке является перспективным и эффективным направлением развития всего строительного производства.

Методика

Чтобы создать благоприятные условия в качестве программного обеспечения возможно применять разный спектр программ. Проведем анализ на основных программах, которые заняли уже позиции по востребованности, в разных сферах деятельности.

Программа inSSIDer (рис. 1) – одна из программ, которая может комплексно передавать с оценкой эффективность работников. Имеет функции скринов с экранов сотрудников, автоматизации учета времени, регистр нарушений трудовой дисциплины, а также контроль рабочего места. Программное обеспечение позволяет выяснить, что мешает работе компании, помогает определить неравномерную нагрузку на сотрудников, определить деятельность компаний-злоумышленников, а также отслеживать удаленных сотрудников (цифровое досье). И можно отслеживать, что сотрудники делают на рабочем месте, на каких сайтах они сидят, какими программами пользуются, что пишут в корпоративных чатах и мессенджерах.

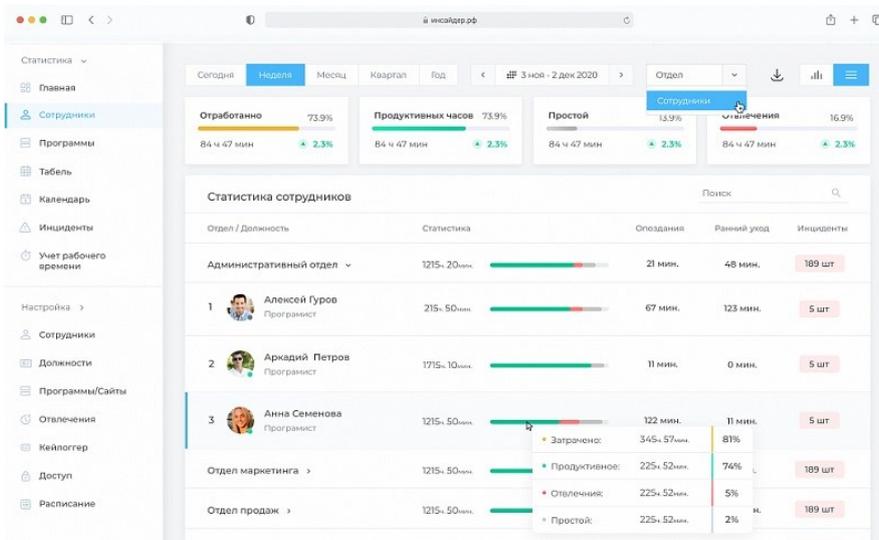


Рис. 1. Программа inSSIDer

Система отслеживания автоматически создает ведомости, расписание, график работы, накладные, больничные, отпуска. Они могут быть введены вручную или путем интеграции в кадровые системы.

Мониторинг мобильных устройств. Возможно, использовать корпоративный смартфон в качестве трекера, отслеживать местоположение сотрудников на карте, отслеживать совпадение фактических и запланированных маршрутов.

Программа Kickidler (рис. 2) используется компаниями в 60 странах. Предназначена для анализа эффективности, контроля и учета работы персонала. Возможности мониторинга ПК в онлайн-режиме дистанционно за большим

количеством, запись видео с устройств, создавать списки к информации, на подразделения сотрудников. Помогает контролировать время, устанавливать автоуведомления и видеть, чем занимаются подчиненные, в случае нарушений сигнализирует о нем.

Программа StaffCounter (рис. 3) включает замечательное решение, и оно актуально для руководителей любого звена. Возможности программы в контроле и учете рабочего времени сотрудников.

В зависимости от цены и функциональности разработчики предлагают три варианта использования: базовую (бесплатную), стандартную и профессиональную версии.

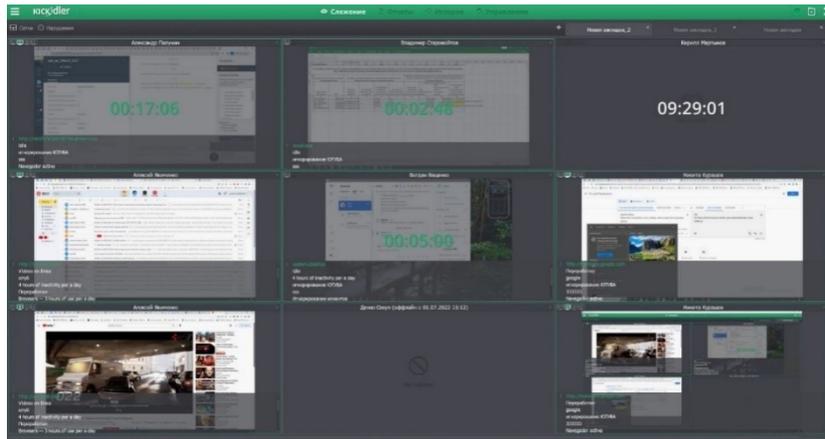


Рис. 2. Программа Kickidler

Сотрудник	Начало	Продуктивность	Текст	Перерывы	Окончание
Менеджеры (7) 1 ч 31 м					
Ирина Сорокина	-	-	-	-	-
Евгения Семёнова	-	4м	-	-	08:26
Мария Антонова	10:07	34м	-	16м	10:57
Администратор	-	-	-	-	-
Михаил Петров	-	-	-	-	-
Александр Силантьев	07:24	52м	-	55м	11:30
Саша Сурфейс	-	-	-	-	-
Дизайнеры (4)					
Пётр Сомов	-	-	-	-	-
Иван Смолин	-	-	-	-	-
Ангела Александрова	-	-	-	-	-
Павел Петровский	-	-	-	-	-

Рис. 3. Программа StaffCounter

В приложение в помощь менеджерам имеется функция, которая выявляет успешных и убыточных сотрудников, помогает определять, какие сотрудники проводят свое время убыточно для компании, и оптимизировать процессы в компании.

Имеются и другие программы, таких типов, например, Monitask, дает полную безопасность данных, при этом имеется достаточный уровень на прозрачность работы, а также ведет бережное отношение к конфиденциальной информации (рис. 4).

Модель, которая заложена в BIM-систему, имеет трехмерную информационная, а основу которой заложены характеристики и геометрические параметры материалов. Эта программа поддерживает эти технологии, но не выводит самостоятельно анализ по техноферной безопасности, поэтому требуется дополнить его функционал программной надстройкой.

Благодаря дополнительному функционалу, возможно проанализировать участок строительной площадки и исследовать наиболее опасные производственные факторы. Строительный участок можно разделить на отдельные части до 100 м² или отметить определенные границы для оценки уровня техноферной безопасности.

В программный модуль необходимо ввести данные основные параметры и алгоритм расчета

этих факторов. И программа помогает оцифровать и получить результат исследуемых факторов.

Данные по опасным производственным факторам выводятся и привязываются к заданному участку до 100 м². А контролирующие органы смогут визуальное оценить участок с помощью планшета и вводить отметки в нужных графах «Правильно» или наоборот «Неправильно». Вывод результатов в итоге выводиться в виде Таблицы в Excel, где указываются номера проверенных факторов в процентном соотношении, а также количество отметок «правильно», «неправильно» и наиболее важный общий показатель безопасности.

Представлена в виде отчетных таблиц и графиков (табл. 1, рис. 5).

Следующим шагом является определение этапа процедуры контроля, где как наиболее подходящий можно выбрать производственный этап работ, то есть принимать активное участие непосредственно в формировании норм труда и соблюдении техники безопасности и охраны труда работающих.

Система контроля уровня охраны труда и техники безопасности можно применять и на объектах, представляющих собой участки, отведенные под новое строительство жилого дома с автостоянкой, расположенные по адресу: ул. г. Губкин, ул. Преображенская и ул. Севастопольская.

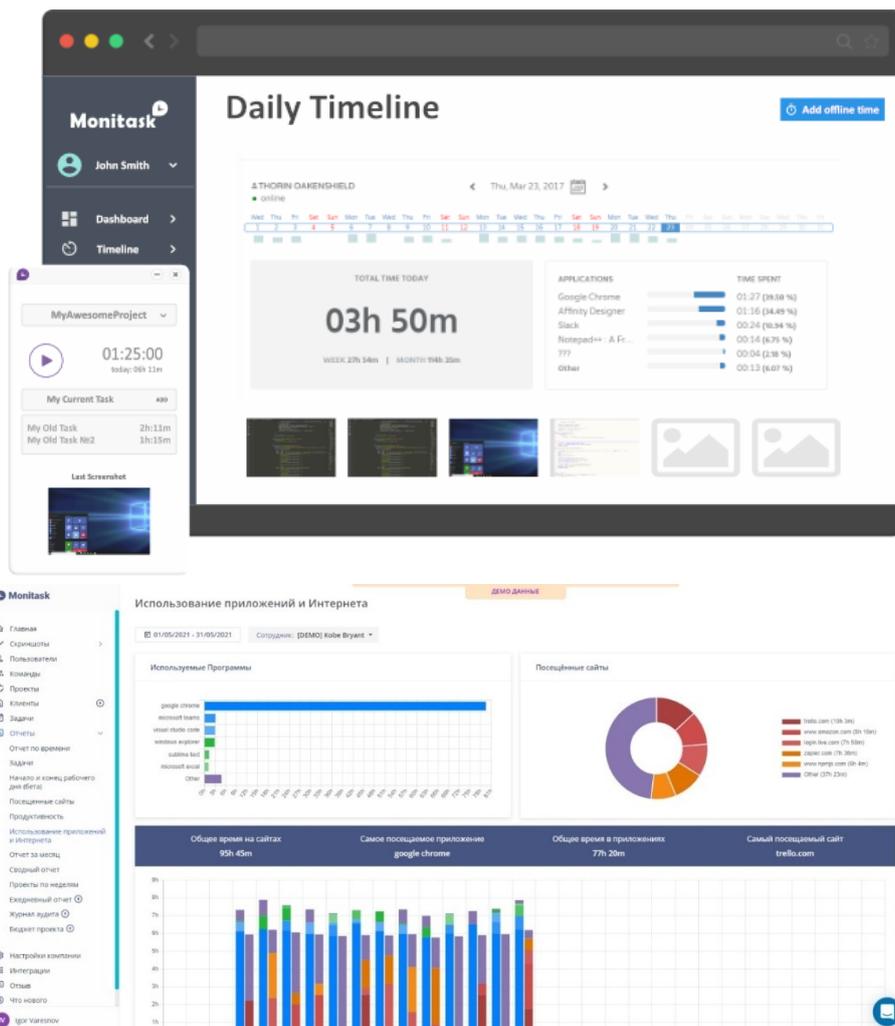


Рис. 4. Программа Monitask

Таблица 1

Индекс безопасности для каждого опасного производственного фактора

Фактический индекс, %	57	33	33	27	28	43	56	42	66	67	56	51
Текущий порог, %	95											

Примечание. Цифры от 1 до 11 означают следующие опасные факторы: 1 – движущиеся машины, их рабочие части, перемещаемые предметы; 2 – опрокидывающиеся машины, средства; 3 – падение строительных конструкций, строительных лесов; 4 – самопроизвольное обрушение материалов и конструкций; 5 – самообрушающиеся породы; 6 – размещение рабочего места вблизи резких перепадов высот 1,3 м и более; 7 – электричество высокого напряжения, под которое может попасть человек; 8 – острые выступы; 9 – большое загрязнение в атмосфере пыли и вредных веществ; 10 – громкий шум и другие шумовые звуки (вибрация); 11 – горячее оборудование.

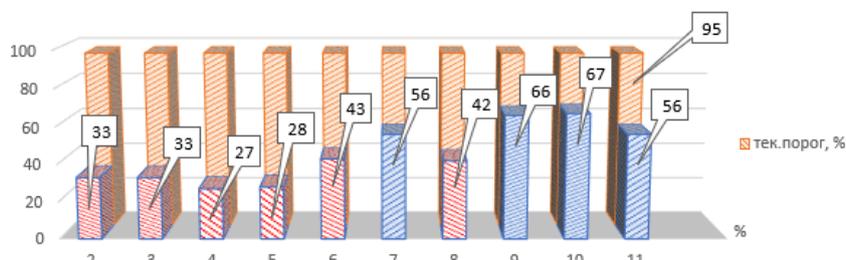


Рис. 5. Для каждого опасного производственного фактора показатель фактический и текущий индекс безопасности

При реализации данного мониторинга можно использовать программные продукты компании Autodesk.

Реализация методики на конкретном примере показана схемой на рисунке 6.

Результаты и обсуждение

Первый шаг. Для осуществления контроля разработан plugin, встроенный в программные комплексы компании Autodesk. При этом создаются учетные карточки для внесения обходных данных. Данная программа позволяет рассчитать индекс защищенности объекта.



Рис. 6. Комплексная схема реализации методики

Второй шаг. Обход Информация заносится в учетные карточки. Очень удобно, что программный комплекс может сам определить положение инспектора на объекте благодаря навигации GPS. На протяжении создания нового строительства в карточке учета будут контролироваться необходимые запрограммированные параметры контроля. Для каждой сферы присвоен свой индекс ID. Учитывались следующие параметры контроля:

- 1) технологические процессы строительномонтажных работ;
- 2) незащищенные участки, влияющие на травмоопасность объекта;
- 3) используемое в работе технологическое оборудование;
- 4) электротехника;
- 5) мусор.

Все параметры контроля проверяются в соответствии с нормативной документацией.

В PLAGINE также есть возможность делать снимки выявленного нарушения и прикреплять их к карточке учета, на которую производилась видеосъемка. При этом фотография получает тот же идентификационный код, что и учетная карточка.

Количество учетных карточек назначается из учета не более 100 м² проверяемой площади (простейший участок), однако в рассматриваемом примере на одно помещение была назначена одна карта. Каждая учетная карта формирует контрольные данные по всем критериям, по которым осуществляется оценка фактического состояния проверяемого элементарного участка. Оценка фактического состояния проверяемого объекта отмечается как «правильная» и «неправильная». На проверяемом участке для

оценки объективной ситуации нужно выставить обе отметки. Каждый из проверяемых параметров должен соответствовать требованиям СНиП, ПТРК и др. нормативным документам, в противном случае ставится отметка «Неправильно».

Для формирования индекса безопасности определяются границы опасных зон:

- 70–100 % – безопасный уровень охраны труда и техники безопасности;
- 70 % – удовлетворительный уровень;
- 0–50 % – неудовлетворительный уровень.

В рассматриваемом примере обрабатывается 2711 учетных карт, одновременно выполняется 3206 измерений (в одном обходе инженера). Учетные карточки, не участвующие по каким-либо причинам в измерениях и занесении данных, соответственно не принимались во внимание. Из 3206 замеров: 1359 дали положительный результат, 1847 отрицательный, что свидетельствует о наличии опасных действий, которые могут привести к травмам при выполнении ремонтных и строительномонтажных работ.

Третий шаг. Для обработки и расчета индекса техносферной безопасности программа *plagine* выдает данные обхода в текстовом формате. Данные обхода выгружаются в виде таблицы 2 в программе Microsoft Excel.

Из выгруженной таблице 2 видны номера и показатели каждой учетной карточки. Какое несоответствие по нормативной документации, было выявлено определяется количество отметок.

Четвертый шаг. В результате выгрузки данных PLAGINE вычисляет индекс безопасности, выраженный в процентах. Отчет об уровне индекса защищенности создается программой автоматически и напрямую поступает на сервер руководству компании. Следует отметить, что по результатам обхода и в зависимости от того, на каких позициях происходит ослабление, программа дает конкретные рекомендации по повышению общего уровня индекса безопасности. Расчет индекса безопасности производится только по учетным картам, по которым производились измерения, т.е. вносились данные.

Таблица 2

Форма отчета после выгрузки введенных данных на обход

Дата	Отчет				
Проект: Индекс безопасности:	Название проекта 90 %				
ID бухгалтерии карта	Критерии оценки				
	критерий 1	критерий 2	критерий 3	критерий 4	критерий 5
15597	0	0	0	0	0
15557	0	0	0	0	0
15423	0	0	1	0	0
15539	0	1	0	2	1
15600	0	0	1	0	0
15916	0	0	1	5	0

Индекс безопасности – это показатель, в котором охарактеризовано общее состояние на всей строительной площадке, является эффективным

инструментом, способным определить уровень техносферной безопасности на строительной площадке.

Таким образом, можно отслеживать каждый из контролируемых параметров и всю ситуацию в динамике. В таблице 3 и на рисунке 7 показана

динамика (динамика контроля индекса техно-сферной безопасности) изменения ситуации в течении пяти месяцев на строительном объекте.

Таблица 3

Динамика контроля индекса техносферной безопасности

Год / месяц	Июнь		Июль		Август		Сентябрь		Октябрь	
Дата	21	6	18	17	28	5	19	15	21	
Индекс, %	70	67	71	70	68	64	78	80	80	

Динамику изменения уровня индекса обеспеченности можно синхронизировать с графиком работ, анализируя который, можно выявить, при каких видах работ происходит снижение индекса обеспеченности, а значит и охраны труда.

Динамика основных показателей, составляющих общий индекс безопасности, представлена в таблице 4.

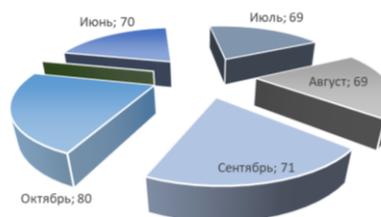


Рис. 7. Динамика контроля индекса

Таблица 4

Динамика основных показателей, составляющих общий индекс безопасности

	Инжиниринг процедуры строительство и монтажные работы выполнение	Незащищенный сайты, влияющие ериск получения травмы на возражать против	Обработка оборудование используется в работе	Электрический инженерия	Му-сор	Общий
Действительный индекс, %	73	64	51	65	73	80
Текущий порог, %	70					

В таблице 4 показано, что происходит ослабление позиций. При таком подходе можно работать на профилактику.

Заключение

Если придерживаться контроля за оценкой уровня техносферной безопасности от начала строительства до ввода объекта в эксплуатацию, то результат контроля реально изменит ситуацию на проверяемом объекте. Будут конкретные данные цифры по каждому опасному фактору и анализ ослабления позиций. Это позволит оперативно реагировать на работы, которые происходят на территории стройки и предотвратить возникновение опасных ситуаций. Таким образом, существенно улучшится дисциплина рабочих, за чет этого будет повышение качества на производстве.

Так если обеспечивать вовремя контроль на производстве с помощью BIM-технологий, можно оценить уровень техносферной безопасности на предприятии.

Представленная методика позволяет не только оценивать уровень охраны труда на предприятии, но и анализировать ее слабые стороны. Такой подход к анализу охраны труда имеет широкий спектр применения, может удовлетворить потребности и интересы любого заказчика при выборе и вводе критериев, отвечающих требованиям государства или конкретного предприятия. При рассмотрении будущего применения итоговых цифр следует отметить, что возможно установить целевой уровень показателей, за который невозможно выйти, и связать его с премиальной системой оплаты труда как мотивационный компонент.

Список литературы

1. Руководство по системам управления безопасностью и охраной труда / ILO-OSH2001 (ILO-OSH 2001) Руководство по системам управления безопасностью и охране труда. МОТ-СУОТ 2001. – Женева, 2003. – 28 с.
2. Доклад о реализации государственной политики в области условий и охраны труда в Российской Федерации в 2014 году. – Режим доступа: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/salary/24>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (дата обращения: 15.03.2023).
3. 3D-проектирование будет в Республике промышленного и скорого строительства. – Режим доступа: <http://minstroyrf.ru/press/3dproektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/>, свободный. – Заглавие с экрана. – Яз. рус. (данные обращения: 19.10.2016).
4. Ройк В. Д. Профессиональный риск: оценка и управление / В. Д. Ройк. – Москва : АНК ИЛ, 2004. – 224 с.
5. Гамаюнова О. С. Образование в сфере техники безопасности в строительстве / О. С. Гамаюнова, В. В. Ершов, А. А. Ильин, С. И. Ли, Б. В. Соколов // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2012. – № 5. – С. 31–35.
6. Бойтуш О. А. Место и роль андеррайтинга в деятельности страховой компании / О. А. Бойтуш // Управленец. – 2012. – № 6 (46). – С. 46–49.
7. Кофанов А. В. Безопасность труда в строительном комплексе России / А. В. Кофанов // Строительство: наука и образование. – 2011. – № 2. – С. 1–8.
8. Левашов С. П. Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом / С. П. Левашов // Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом. – Курган : Курганский гос. ун-т, 2013. – 345 с.

9. Зоу Ю. Обзор управления рисками с помощью BIM и технологий, связанных с BIM / Ю. Зоу, А. Кивиниеми, В. Дж. Стивен // Наука о безопасности. – 2016. – № 1.
10. Бенджаоран В. Интегрированное управление безопасностью с управлением строительством с использованием модели 4D CAD / В. Бенджаоран, С. Бхоха // Наука о безопасности. – 2010. – Т. 48, № 3. – С. 395–403.
11. Рахим А. А. Реализация безопасности 23. Волков А.А., Сукнева Л.В. BIM-технологии в задачах хранения для строительной отрасли Пакистана / А. А. Рахим, Р. Р. А. Исса // Наука о безопасности. – 2016. – Т. 82. – С. 301–314.
12. Вилисова А. Д. Совершенствование управления в системе взаимодействия участников инвестиционно-строительных проектов на базе облачных технологий / А. Д. Вилисова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – №4 (42). – С. 85–89.
13. Чжан С. Семантическое моделирование знаний о безопасности строительства на основе онтологий: на пути к автоматизированному планированию безопасности для анализа опасностей на рабочем месте (JHA) / С. Чжан, Ф. Букамп, Дж. Тейзер // Автоматизация в строительстве. – 2015. – Т. 52. – С. 29–41.
14. Реснянская А. С. Управление проектом высотного здания с учетом требований пожарной безопасности / А. С. Реснянская // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 4 (42). – С. 62–71.

© Н. И. Масыгина, О. А. Зорина

Ссылка для цитирования:

Масыгина Н. И., Зорина О. А. Необходимость и возможность применения BIM-технологии в оценке уровня техносферной безопасности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 1 (47). С. 115–122.

УДК 004.622
DOI 10.52684/2312-3702-2024-47-1-122-128

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ПОТЕНЦИАЛ СРЕДОВОЙ ВОВЛЕЧЕННОСТИ

К. А. Прошунина, Т. В. Хоменко

Прошунина Ксения Алексеевна, член Союза архитекторов Российской Федерации, доцент, заведующий кафедрой архитектуры и градостроительства, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: ksuprosh@mail.ru;

Хоменко Татьяна Владимировна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизированные системы обработки информации и управления», Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: t_v_khomenko_stud@mail.ru

Приведены результаты моделирования потенциала средовой вовлеченности от взаимосвязи независимых переменных в территориально-распределенной пространственной системе на примере существующей застройки жилых домов. При этом рассмотрено два фактора влияния: площадь благоустройства, количество жильцов. Анализ результатов показал процент влияния рассматриваемых факторов на возможности территориально-распределенной пространственной системы жилой среды, что чем выше показатели свободной территориальной площади благоустройства в существующей среде, тем выше значения потенциала средовой вовлеченности, и соответственно актуальней проведение мероприятий по замене существующих объектов благоустройства с учетом вместимости предлагаемых площадок, отвечающих запросам жильцов. Предложенный анализ может найти практическое применение при оценке существующей среды в генеративном проектировании общественных пространств, способствуя повышению обоснованности принимаемых решений.

Ключевые слова: *территориально-распределенная пространственная система, потенциал средовой вовлеченности, количество жильцов, площадь благоустройства, влияние независимых переменных.*

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE POTENTIAL OF ENVIRONMENTAL ENGAGEMENT

К. А. Proshunina, T. V. Khomenko

Proshunina Kseniya Alekseyevna, Member of the Union of Architects of the Russian Federation, Associate Professor, Head of the Department of Architecture and Urban Planning, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: ksuprosh@mail.ru;

Khomenko Tatyana Vladimirovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automated Information Processing and Control Systems, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: t_v_khomenko_stud@mail.ru

The results of modeling the potential of environmental involvement from the relationship of independent variables in a geographically distributed spatial system are presented using the example of existing residential buildings. In this case, two influencing factors were considered: the area of improvement, the number of residents. Analysis of the results showed the percentage of influence of the factors under consideration on the capabilities of a territorially distributed spatial system of the residential environment. The higher the indicators of free territorial improvement area in the existing environment, the higher the values of the potential for environmental involvement, and accordingly, the more urgent it is to carry out measures to replace existing improvement facilities, considering the capacity of the proposed sites that meet the needs of residents. The proposed analysis can find practical application in assessing the existing environment in the generative design of public spaces, helping to improve the validity of decisions made.

Keywords: *territorially distributed spatial system, potential for environmental involvement, number of residents, improvement area, influence of independent variables.*

Введение

Для формирования комфортной городской среды территориально-распределенной

пространственной системы необходимо учесть взаимосвязи множества показателей, необходимых для вовлечения населения, среди которых