

УДК 69.055.4

ШАРМАНОВ В. В.

Методика оценки факторов достижения безопасности на строительной площадке на основе информационного моделирования

В статье представлена методика перехода на BIM (Building Information Modeling) — технологию контроля уровня техники безопасности и охраны труда, отражающая риск-ориентированный подход, позволившая выявить границы опасных производственных факторов в зависимости от видов строительно-монтажных работ, а также классифицировать условия труда, к которым эти опасные производственные факторы относятся.

Ключевые слова: строительное производство, риск-менеджмент, BIM-технологии, охрана труда, индекс безопасности, информационное моделирование зданий, плагин, риск-ориентированный подход.

SHARMANOV V. V.

METHODS OF EVALUATION OF THE FACTORS OF SAFETY ON THE CONSTRUCTION SITE BASED ON INFORMATION MODELING

The article presents a method of transition to BIM technology for level control of safety and labor protection, reflecting the risk-oriented approach, identifying the boundaries of hazardous production factors depending on the types of construction works, and to classify the working conditions to which these occupational hazards include.

Keywords: construction operation, risk-management, BIM technology, occupational safety, security index, building information modeling, plugin, a risk-based approach.



**Шарманов
Владимир
Владимирович**

магистр технических наук
по направлению
«строительство»,
ООО «Научно-технический
центр «Эталон»
(«НТЦ «Эталон»»), инженер
по комплексному контролю
строительства

e-mail: sharmanov_v@mail.ru

Для осуществления комплексного подхода к оценке техники безопасности и охраны труда (ТБ и ОТ) с учетом всех нормативных документов, входящих в Систему Стандартов Безопасности Труда (ССБТ), нами предлагается качественно новый подход с применением современных информационных технологий, точнее, BIM-технологий (Иллюстрация 1). Building Information Modeling, или BIM-технология, объединяет в себе весь спектр нормативной документации. Она предполагает взаимодействие всего комплекса нормативной документации, относящейся к безопасности труда на строительной площадке, с BIM-моделью проверяемого участка. Такой подход может быть частью общей системы управления хозяйственной деятельностью организации. Предлагаемая методика соответствует параметрам риск-ориентированного подхода, обозначенного государством. В основе работы по оценке уровня техники безопасности и охраны труда (ТБ и ОТ) с применением BIM-технологии лежит предупреждение несчастных случаев на проверяемом объекте и, тем самым, снижение травматизма.

Сегодня в России действует Трудовой кодекс РФ (ТК РФ), в котором закреплены основные права работников. Одно из них — это «право отказа работника от выполнения работы при возникновении опасности для его жизни и здоровья, вследствие нарушений требований охраны труда». Работник имеет право отказаться от выполнения профессиональных обязанностей, если это угрожает его жизни [1, ст. 220].

Отметим работу [2, 185], чьи авторы считают необходимым «проанализировать значимость каждого опасного фактора при производстве строительных работ, который влияет на производственный травматизм, произвести переоценку старых и разработать новые методы оценки учета производственного травматизма». Из этого следует, что назрела необходимость активного внедрения в систему охраны труда и техники безопасности современных информационных систем, поиска новых и/или пересмотра старых видов опасных производственных факторов, которые неотвратимо возникают с появлением новых производств.

В монографии [3] приведен аналитический обзор системы мониторинга и оценки рисков

в РФ и за рубежом. Автор рассматривает ряд последовательных действий по обнаружению потенциальных опасностей для условий труда и анализирует критерии оценки рисков, возникающих в профессиональной деятельности. В работе представлена концептуальная модель приемлемого риска, а также рассмотрена «пирамида» несчастных случаев. Риск травматизма, выраженный в цифровом эквиваленте по строительной площадке, является одним из компонентов при расчетах рисков ситуации на всем протяжении реализации строительного проекта. В работах [4–7] рассмотрены различные методы оценки рисков при реализации инвестиционно-строительных проектов. В частности, приводится пример оценки рисков экспертным методом и методом статистического моделирования.

Обзор зарубежной научно-исследовательской литературы выявил большое количество публикаций об эффективности внедрения BIM [8–10]. Авторы [11] подчеркивают эффективность BIM при календарном планировании и оценке стоимости строительства зданий и сооружений. Работы [12–14] посвящены взаимодействию BIM и стратегии «зеленого» строительства. В [15–18] авторы указывают на то, что BIM является инструментом, который позволяет не только оценить проекты, но и проанализировать безопасность будущих строений, применить альтернативные системы для эвакуации людей из зданий.

В отечественной литературе имеется большое количество источников по обучению с инструментами BIM, но, к сожалению, недостаточно публикаций по применению данных технологий в целях повышения техники безопасности и охраны труда [8, 19]. Анализ источников показывает, что вопросы методологии строительно-монтажных рисков в строительной отрасли, в частности, в области охраны труда и техники безопасности, а также вопросы применения информационных технологий в строительстве изучены недостаточно.

Целью исследования является разработка научно-практической методики оценки охраны труда и техники безопасности с применением BIM-технологии при оцифровке основных опасных и вредных производственных факторов по видам строительно-монтажных работ в соответствии с МДС 12–28.2006 «Методическое руководство по проведению экспертной оценки безопасности нестационарных рабочих мест на строительных местах».

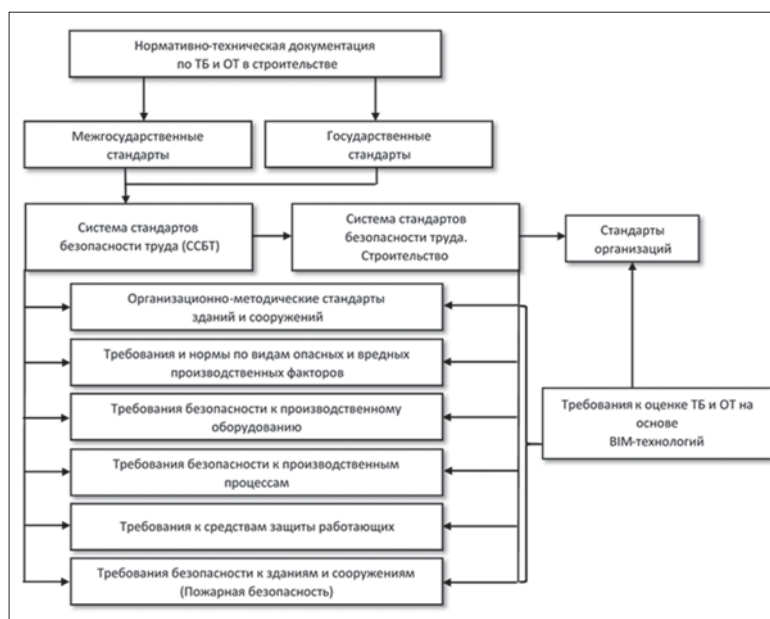


Иллюстрация 1. Комплексный подход к оценке техники безопасности и охраны труда. Автор В. В. Шарманов



Диаграмма 1. Основные этапы оценки состояния охраны труда и техники безопасности. Автор В. В. Шарманов

Логика методики строится от определения опасных производственных факторов к определению четких границ безопасного уровня техники безопасности, дальнейшей интеграции опасных производственных факторов, выраженной в плагине, в 3D-модель строительной площадки.

BIM-технологии предполагают трехмерное моделирование объекта. Такое моделирование, например, строительной площадки, позволяет разделить ее на отдельные части и выделить границы для оценки ситуации по технике безопасности и охране труда. Сам принцип оценки связан с разбиением исследуемого объекта на элементарные участки площадью до 100 м². Автором выделены основные этапы оценки ТБ и ОТ, которые представлены на Диаграмме 1.

На первом шаге за основу исследования и анализа опасных производственных факторов принят МДС

12–28.2006 «Методическое руководство по проведению экспертной оценки безопасности нестационарных рабочих мест на строительных местах» [20]. Он является продолжением документов СП 12-133-2000 «Безопасность труда в строительстве» и «Положение о порядке аттестации рабочих мест по условиям труда в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве» [21], разработанных на основе опыта экспертных центров по охране труда. В качестве примера рассмотрена взаимосвязь строительно-монтажных работ и опасных, вредных производственных факторов (Таблица 1).

На основе данных, представленных в Таблице 1, на втором шаге нами проведен горизонтальный и вертикальный анализ опасных производственных факторов и определен вес каждого фактора для каждого вида строительно-монтажных ра-

Таблица 1. Примерное распределение опасных и вредных производственных факторов по видам строительно-монтажных работ

№ п.п	Виды строительно-монтажных работ	Наименование опасных и вредных производственных факторов*										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Земляные работы		+	+	+		+	+		+	+	
2	Устройство искусственных оснований и буровые работы	+	+	+	+			+			+	+
3	Бетонные работы	+	+	+		+	+		+		+	
4	Монтажные работы	+	+	+		+	+	+				
5	Каменные работы	+	+			+	+					
6	Изоляционные работы	+							+	+		+
7	Отделочные работы	+		+					+	+	+	
8	Кровельные работы	+		+					+	+		+
9	Монтаж инженерного оборудования зданий	+		+	+					+		+
10	Электромонтажные работы	+	+	+					+	+		
11	Электросварочные работы	+		+						+		+
12	Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы		+			+	+			+		
13	Проходка подземных выработок	+	+	+	+					+		

* Наименование опасных и вредных производственных факторов (по СНиП 12-04-2002):

- 1 — расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более;
- 2 — движущиеся машины, их рабочие органы, передвигаемые предметы;
- 3 — повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- 4 — обрушающиеся горные породы;
- 5 — самопроизвольное обрушение строительных конструкций, подмостей;
- 6 — падение материалов и конструкций;
- 7 — опрокидывание машин, средств подмащивания;
- 8 — острые углы, кромки;
- 9 — повышенное содержание в воздухе пыли и вредных веществ;
- 10 — шум и вибрация;
- 11 — повышенная температура оборудования, материалов.

бот. Полученные на основе анализа зависимости представлены в цветоинфографике на Иллюстрации 2. Для дальнейших вычислений знак плюса принят за единицу.

Далее мною был произведен расчет: определяется вес каждого опасного производственного фактора, а также вида СМР в таблице:

$$O_{\text{пр.ф}} = 100\% / N_{\text{смп}},$$

где $O_{\text{пр.ф}}$ — вес опасного производственного фактора;

$N_{\text{смп}}$ — количество строительно-монтажных работ.

$$O_{\text{пр.ф}} = 100\% / 13 = 7,69\%.$$

Далее производится расчет по СМР и находится вес каждого вида:

$$P_{\text{смп}} = 100\% / N_{\text{пр.ф}},$$

где $P_{\text{смп}}$ — вес строительно-монтажной работы;

$N_{\text{пр.ф}}$ — количество опасных производственных факторов.

$$P_{\text{смп}} = 100\% / 11 = 9,09\%.$$

Результаты расчета $O_{\text{пр.ф}}$ и $P_{\text{смп}}$ будут являться постоянными, так как в Таблице 1 представлено точное количество опасных производственных факторов и строительно-монтажных работ.

После определения веса каждого опасного производственного фактора и вида СМР определяются их веса, согласно влиянию первых (опасных производственных факторов) на вторые (СМР), и наоборот, как представлено в Таблице 1 в виде «+». Вычисления производятся как по горизонтали, так и по вертикали. Сумму единиц умножаем на $O_{\text{пр.ф}}$ и $P_{\text{смп}}$.

$$\text{Вес}_{\text{пр.ф}} = \sum \langle + \rangle \cdot O_{\text{пр.ф}};$$

$$\text{Вес}_{\text{смп}} = \sum \langle + \rangle \cdot P_{\text{смп}},$$

где $\text{Вес}_{\text{пр.ф}}$ — вес опасных производственных факторов в зависимости от вида строительно-монтажных работ;

$\text{Вес}_{\text{смп}}$ — вес СМР в зависимости от опасных производственных факторов;

$\sum \langle + \rangle$ — сумма зависимостей влияния опасных производственных факторов от вида СМР, и наоборот.

В результате проведенных замен плюсов и вычислений выявлено, что самым опасным производственным фактором является «Расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более» в сочетании со всеми видами строительно-монтажных работ. Согласно приказу Минтруда России № 155н от 28.03.2014 г. «Об утверждении

Правил по охране труда при работе на высоте» [22], к высотным относятся работы на высоте 1,8 м и более. Во всем комплексе СМР работы, связанные с высотой, являются самыми травмоопасными и в наибольшей степени влияют на статистические показатели по общему травматизму на производстве [23].

Цель проведенных вычислений — показать риск получения профессиональных травм при производстве различных СМР. Данные позволяют работодателям и контролирующим органам не только предвидеть риски, но и устранить их перед началом выполнения работ либо применить превентивные меры по уменьшению воздействий опасных производственных факторов на работников.

Данная оценка позволяет работодателям или контролирующим органам понять уровень воздействия опасных производственных факторов на выполнение тех или иных работ, а также определить:

— угрозы, имеющиеся в рабочем процессе, и оценить риски, связанные с ними, определить необходимые мероприятия по сохранению жизни и здоровья работника;

— оценить риск и правильно организовать работу, выбор оборудования, материалов и т.д.;

№ п.п	Виды строительно- монтажных работ	Наименование опасных и вредных производственных факторов (ОиВПФ)											$P_{\text{смп}}$	$\text{Вес}_{\text{смп}}$
		Расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более	Движущиеся машины, их рабочие органы, передаваемые предметы	Повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Обрушающиеся горные породы	Самопроизвольное обрушение строительных конструкций, подмостей	Падение материалов и конструкций	Опрокидывание машин, средств подмачивания	Острые углы, кромки	Повышенное содержание пыли и вредных веществ	Шум и вибрация	Повышенная температура оборудования, материалов		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	Земляные работы		1	1	1		1	1		1	1		9,09%	64%
2	Устройство искусственных оснований и буровые работы	1	1	1	1			1			1	1	9,09%	64%
3	Бетонные работы	1	1	1		1	1		1		1		9,09%	64%
4	Монтажные работы	1	1	1		1	1	1					9,09%	55%
5	Каменные работы	1	1			1	1						9,09%	36%
6	Изоляционные работы	1							1	1		1	9,09%	36%
7	Отделочные работы	1		1					1	1	1		9,09%	45%
8	Кровельные работы	1		1					1	1		1	9,09%	45%
9	Монтаж инженерного оборудования зданий	1		1	1					1		1	9,09%	45%
10	Электромонтажные работы	1	1	1					1	1			9,09%	45%
11	Электросварочные работы	1		1						1		1	9,09%	36%
12	Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы		1			1	1			1			9,09%	36%
13	Проходка подземных выработок	1	1	1	1					1			9,09%	45%
	$O_{\text{пр.ф}}$	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%	7,69%		
	$\text{Вес}_{\text{пр.ф}}$	85%	62%	77%	31%	31%	38%	23%	38%	69%	31%	38%		

Иллюстрация 2. Анализ опасных факторов с учетом их взаимного влияния в процентном соотношении. Автор В. В. Шарманов

— проверить правильность принятия решений по организации мероприятий по охране труда и технике безопасности;

— довести до исполнителей, что все опасные факторы, связанные с их работой, учтены и приняты необходимые меры для снижения влияния этих опасных факторов.

На третьем шаге, в целях более тщательного исследования и анализа опасных производственных факторов, проведено их ранжирование в горизонтальном направлении.

При этом сами виды строительно-монтажных работ и их веса, $\text{Вес}_{\text{пр.ф}}$ и $\text{Вес}_{\text{смп}}$, остаются прежними. Ранжирование производилось от более травмоопасных к менее травмоопасным факторам (от большего к меньшему как по горизонтали, так и по вертикали). Благодаря этому можно уже на этапе производства СМР предвидеть уровень влияния опасных производственных факторов. В результате анализа определены четыре зоны распределения опасных производственных факторов, представленных на Иллюстрации 3.

Таблица 2. Показатели и критерии оценки профессионального риска

Класс условий труда по руководству Р 2.2.755–99	Индекс профзаболеваний $I_{пз}$	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
Оптимальный — 1	–	Риск отсутствует	Меры не требуются
Допустимый — 2	< 0,05	Пренебрежимо малый (переносимый) риск	Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите
Вредный — 3.1	0,05–0,11	Малый (умеренный) риск	Требуется меры по снижению риска
Вредный — 3.2	0,12–0,24	Средний (существенный) риск	Требуется меры по снижению риска в установленные сроки
Вредный — 3.3	0,25–0,49	Высокий (непереносимый) риск	Требуется неотложные меры по снижению риска
Вредный — 3.4	0,5–1,0	Очень высокий (непереносимый) риск	Работы нельзя начинать или продолжать до снижения риска
Опасный (экстремальный)	> 1,0	Сверхвысокий риск и риск для жизни, присущий данной профессии	Работы должны проводиться только по специальным регламентам

№ п.п	Виды строительно-монтажных работ	Наименование опасных и вредных производственных факторов*											Вес _{факт}
		Расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более	Повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Повышенное содержание в воздухе пыли и вредных веществ	Движущиеся машины, их рабочие органы, передаваемые предметы	Падение материалов и конструкций	Острые углы, кромки	Повышенная температура оборудования, материалов	Самопроизвольное обрушение строительных конструкций, подмостей	Шум и вибрация	Обрушающиеся горные породы	Опрокидывание машин, средств подмачивания	
		1	3	9	2	6	8	11	5	10	4	7	
1	Земляные работы		1	1	1	1				1	1	1	64
2	Устройство искусственных оснований и буровые работы	1	1		1			1		1	1	1	64
3	Бетонные работы	1	1		1	1	1		1	1			64
4	Монтажные работы	1	1		1	1			1			1	55
5	Каменные работы	1			1	1			1				36
6	Изоляционные работы	1		1			1	1					36
7	Отделочные работы	1	1	1			1			1			45
8	Кровельные работы	1	1	1			1	1					45
9	Монтаж инженерного оборудования зданий	1	1	1				1			1		45
10	Электромонтажные работы	1	1	1	1		1						45
11	Электросварочные работы	1	1	1				1					36
12	Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы			1	1	1			1				36
13	Проходка подземных выработок	1	1	1	1						1		45
	Вес ОиВПФ	85	77	69	62	38	38	38	31	31	31	23	

Иллюстрация 3. Ранжирование опасных производственных факторов в четыре зоны. Автор В. В. Шарманов

Класс условий труда (уточненный)	Класс условий труда согласно МДС 12.28.2006	Состояние объектов оценки	Необходимые мероприятия
Оптимальный	Оптимальный — 1 (безопасный)	Опасные и вредные производственные факторы отсутствуют либо не превышают уровней, принятых в качестве безопасных для населения. Нарушения требований охраны труда нет, инструкции по охране труда имеются	Не требуются
Допустимый	Допустимый — 2 (условно безопасный)	Имеются отдельные нарушения требований охраны труда, которые не влияют на уровень безопасности. Имеются замечания по документации (инструкциям по охране труда, актам и т. д.). Профессиональный риск пренебрежительно малый (переносимый)	Должны действовать ограничения по применению труда женщин и подростков
Вредный	Опасный — 3.1 (в пределах умеренного)	Могут возникнуть опасные и вредные производственные факторы, создающие опасные условия для отдельных работников. Для защиты работники в отдельных случаях должны применять средства индивидуальной защиты. Профессиональный риск малый (умеренный)	Требуются меры по снижению производственного риска. К работникам должны применяться дополнительные требования по безопасности труда
	Опасный — 3.2 (в пределах среднего)	Средства коллективной защиты использованы недостаточно. Опасные и вредные производственные факторы, создающие опасные условия для отдельных работников, действуют большую часть рабочего времени, что требует применения средств индивидуальной защиты постоянно. Профессиональный риск в пределах среднего (существенный)	Требуются меры по снижению производственного риска в установленные сроки. Работники должны получать компенсации за опасные условия (8–12%)
Опасный	Повышенно опасный — 3.3 (выше среднего)	Средства коллективной защиты не используются. Работники должны постоянно работать, применяя средства индивидуальной защиты. Во время работы возможно одновременное воздействие на работников двух и более опасных и (или) вредных производственных факторов. Условия работ повышенной опасности	Требуются неотложные меры по снижению производственного риска. Компенсации за опасные условия труда до 20%
	Особо опасный — 3.4 (недопустимо высокий)	Могут возникнуть опасные и вредные производственные факторы, создающие угрозу жизни для нескольких работников. По отдельным объектам оценки имеются нарушения нормативных требований, которые могут привести к аварии (обрушение стенок котлована, обрушения лесов, пожар). Средства коллективной защиты отсутствуют. При расположении рабочего места в труднодоступном месте мероприятия по эвакуации людей отсутствуют. Условия работ недопустимо опасные	Необходимо прекратить работы и устранить нарушения требований охраны труда
	Экстремальный — 4	Производство работ в чрезвычайных ситуациях, например, работы по разборке завалов и спасению людей, находящихся под завалами	Работы могут производиться только по специальным регламентам

Иллюстрация 4. Уточненный классификатор оценки условий труда. Автор В. В. Шарманов

На четвертом шаге оценки состояния охраны труда и техники безопасности уточняется классификация классов условий труда на основе нормативного документа МДС 12–28.2006 и по результатам ранжирования опасных производственных факторов (Иллюстрация 3). В уточненной классификации условий труда мною было выделено четыре зоны из семи, а именно: Оптимальная, Допустимая, Вредная, Опасная (Иллюстрация 4).

На пятом шаге оценки состояния охраны труда и техники безопасности уточняются и определяются границы техники безопасности и охраны труда в цифровом эквиваленте, тем самым позволяя нам определить, в какой зоне находится проверяемый объект. За основу и опре-

деления и уточнения границ берется руководящий документ Р 2.2.1766–03 Гигиена труда «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников» [24]. Выделим критерии оценки, увязав их с индексом профзаболеваний (Таблица 2).

Проведя анализ представленного в Таблице 2 диапазона индекса профзаболеваний, можно обозначить границы опасных зон по степени их влияния в соответствии с классификацией условий труда. Для этого представим индекс профзаболеваний в процентном соотношении, назовем его как «Безопасный уровень» техники безопасности и охраны труда и определим границы, в которых должны находиться те или иные классы условий труда (Иллюстрация 5).

Комбинации	Оптимальный — 1 (безопасный)	Допустимый — 2 (условно безопасный)	Опасный — 3.1 (в пределах умеренного)	Опасный — 3.2 (в пределах среднего)	Повышенно опасный — 3.3 (выше среднего)	Особо опасный — 3.4 (недопустимо высокий)	Экстремальный — 4
Безопасный уровень, %	100	99–95	94–89	88–76	75–51	50–1	0

Иллюстрация 5. Безопасный уровень индекса профзаболеваний. Автор В. В. Шарманов

Комбинации	Оптимальный — 1 (безопасный)	Допустимый — 2 (условно безопасный)	Опасный — 3.1 (в пределах умеренного)	Опасный — 3.2 (в пределах среднего)	Повышенно опасный — 3.3 (выше среднего)	Особо опасный — 3.4 (недопустимо высокий)	Экстремальный — 4
Класс условий труда	оптимальный	допустимый	вредный		опасный		
Безопасный уровень, %	100–69	68–63	62–38		37–0		

Иллюстрация 6. Ранжирование опасных производственных факторов. Автор В. В. Шарманов

На шестом шаге ранжируются опасные производственные факторы в зависимости от вероятности их возникновения при тех или иных видах СМР (Иллюстрация 6).

При сравнении Иллюстраций 5 и 6 видно, что на Иллюстрации 6 красная зона (Опасная) сдвинута в сторону уменьшения, что подтверждает результаты расчета, представленные на Иллюстрации 3, в строке вес опасных производственных факторов. Как мы видим на Иллюстрации 3, именно три основных опасных фактора влияют на все виды СМР.

В результате проведенного анализа влияния опасных производственных факторов на строительно-монтажные работы и критериев оценки профессионального риска получены цифровые значения с четкими границами безопасности труда, выраженной в процентах, которые позволяют оценить ситуацию на проверяемых строительных объектах, а также могут являться хорошим рычагом в руках надзорных структур.

Реализация представленного алгоритма осуществлена с применением программных комплексов для информационного моделирования зданий, а именно с помощью платформы Revit Architecture компании Autodesk. В программе создается информационная модель объекта, при этом достаточно ограничиться следующими разделами проектной документации: архитектурными и конструктивными решениями, проектом организации строительства в части генерального плана строительства. После того как каждый специалист смоделировал свой раздел, менеджер проекта синхронизирует их в одну общую модель, которая является моделью будущего здания или сооружения. После этого производится разбивка проверяемых площадей на участке площадью не более 100 м² для дальнейшего подключения разрабатываемого плагина.

Далее модель подгружается в программный продукт Autodesk Navisworks Simulate, который позволяет проверить расчеты, смоделировать заданные условия

и скоординировать проект при помощи плагина (программный модуль, подключаемый к основной программе для расширения ее возможностей), в нашем случае для осуществления контроля уровня состояния техники безопасности и охраны труда. То есть, разрабатывая новый программный модуль (плагин), мы задаем в нем основные параметры, в нашем случае наименование опасных производственных факторов и алгоритм расчета этих факторов, что позволит цифровизировать исследуемый объект и получить конечный результат.

Заключение

Предложенная методика оценки охраны труда и техники безопасности с применением BIM-технологии при оцифровке основных опасных и вредных производственных факторов по видам строительно-монтажных работ позволила выявить и провести ранжирование опасных производственных факторов в зависимости от их влияния на строительно-монтажные работы. По результатам ранжирования опасных производственных факторов определены зоны опасности вне зависимости от вида строительно-монтажных работ. На основе распределения зон (границ) получен индекс безопасности, который характеризует ситуацию по ТБ на строительной площадке. Применение данного подхода показывает конкретный индекс уровня техники безопасности и охраны труда на inspected участке, при этом стоит отметить, что индекс безопасности может являться эффективным инструментом для надзорных органов. Данный подход к оценке уровня техники безопасности и охраны труда полностью отражает риск-ориентированный подход, предложенный государством.

Список использованной литературы

- 1 Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 03.07.2016 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online>.

- cgi?req=doc&base=LAW&n=201079&rnd=244973.2161816565&from=191626-0#0.
- 2 Шарманов В. В., Морозова Т. Ф., Мамаев А. Е., Софронова С. Н. Оценка состояния ТБ и ОТ на строительной площадке на основе BIM-технологий // Дальневосточная весна-2016 : материалы 14-й Междунар. науч.-практ. конф. по проблемам экологии и безопасности. Комсомольск-на-Амуре, 2016. С. 181–187.
 - 3 Левашов С. П. Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом / под ред. И. И. Манило. Курган : Изд-во Курган. гос. ун-та, 2013. 345 с.
 - 4 Морозова Т. Ф., Лаптева Н. А. Оценка рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта на примере бизнес-центра // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 2. С. 48–51.
 - 5 Морозова Т. Ф., Кинаят Л. А., Кинаят А. Ж. Оценка рисков в строительстве // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». 2013. № 5 (10). С. 68–76.
 - 6 Симанкина Т. Л. Совершенствование календарного планирования ресурсосберегающих потоков с учетом аддитивности интенсивности труда исполнителей : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2007. 154 с.
 - 7 Романович М. А. Повышение организационно-технологической надежности монолитного домостроения на основе моделирования параметров календарного плана : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2015. 166 с.
 - 8 Шарманов В. В., Мамаев А. Е., Болейко А. С., Золотова Ю. С. Трудности поэтапного внедрения BIM // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 10 (37). С. 108–120.
 - 9 Fernando G., Blanco B., Chen H. The Implementation of Building Information Modelling in the United Kingdom by the Transport Industry // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2014. № 138. P. 510–520.
 - 10 Asojo A. O. Connecting Academia with Industry: Pedagogical Experiences from a Collaborative Design Project // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2013. № 105. P. 304–313.
 - 11 Reizgevičius M., Ustinovičius L., Rasiulis R. Efficiency Evaluation of 4D CAD Model // Procedia Engineering. 2013. № 57. P. 945–951.
 - 12 Horvat M., Dubois M.-C. Tools and Methods for Solar Design — An Overview of IEA SHC Task 41, Subtask B // Energy Procedia. 2012. № 30. P. 1120–1130.
 - 13 Caldwell G. A., Woodward S. First Year Design «Visualisation II»: The Hybridisation of Analogue and Digital Tools (2012) // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2012. № 51. P. 989–994.
 - 14 Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. McGraw-Hill Construction, 2010. P. 34–37.
 - 15 Stuart Porter, Terence Tan, Tele Tan, Geoff West. Breaking into BIM: Performing static and dynamic security analysis with the aid of BIM // Automation in Construction. 2014. № 40. P. 84–95.
 - 16 Fridrich J., Kubečka K. BIM — The Process of Modern Civil Engineering in Higher Education // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2014. № 141. P. 763–767.
 - 17 Maia L., Mêda P., Freitas J. G. BIM Methodology, a New Approach — Case Study of Structural Elements Creation // Procedia Engineering. 2015. № 114. P. 816–823.
 - 18 Yupeng Luo, Wei Wu. Sustainable Design with BIM Facilitation in Project-based Learning // Procedia Engineering. 2015. № 118. P. 819–826.
 - 19 Шарманов В. В., Мамаев А. Е., Болейко А. С., Золотова Ю. С. BIM и Андеррайтинг — точки соприкосновения // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук (журнал). 2016. № 1–3. С. 167–173.
 - 20 МДС 12–28.2006 «Методическое руководство по проведению экспертной оценки безопасности нестационарных рабочих мест на строительных объектах». М. : ФГУ ЦОТС, 2007. 65 с.
 - 21 СП 12-133-2000 Безопасность труда в строительстве. Положение о порядке аттестации рабочих мест по условиям труда в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. М. : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002. 55 с.
 - 22 Приказ Минтруда России №155н от 28.03.2014 г. «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте». М. : Минтруда, 2014. 83 с.
 - 23 Доклад о реализации государственной политики в области условий и охраны труда в Российской Федерации в 2014 году / Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/salary/24>.
 - 24 Руководство Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки». М. : Минздрав России, ФГУП ЦПП, 2004. 24 с.