

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

На правах рукописи

Шарманов Владимир Владимирович



**МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА УРОВНЯ ОХРАНЫ ТРУДА
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ
КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ**

05.26.01 Охрана труда (строительство)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук, доцент
Симанкина Татьяна Леонидовна

Санкт-Петербург- 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРАКТИКИ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	10
1.1 Обзор методического обеспечения и современного состояния охраны труда в строительстве	10
1.2 Анализ отечественного и зарубежного опыта обеспечения охраны труда в строительстве	18
1.3 Исследование перспектив использования BIM-технологии для повышения уровня охраны труда в строительстве.....	31
1.4 Выводы по первой главе. Постановка задач исследования	37
ГЛАВА 2. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ BIM-ТЕХНОЛОГИИ.....	39
2.1. Исследование факторов, характеризующих состояние охраны труда на строительной площадке	39
2.2. Система мониторинга и управления степенью безопасности строительного производства	46
2.3. Матрично-индексный подход в оценке состояния охраны труда на основе BIM-технологий	52
2.4 Выводы по второй главе	55
ГЛАВА 3. РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	57
3.1. Оценка условий труда и профессионального риска на основе индекса безопасности строительства	57
3.2. Риск-ориентированный подход с расчетом индекса профессионального риска.....	67
3.3. Страхование строительно-монтажных рисков на основе BIM-технологии	76
3.4 Выводы по третьей главе	82

ГЛАВА 4. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ И ПРОФИЛАКТИКИ СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	83
4.1. Практическая реализация системы мониторинга и управления уровнем безопасности строительного производства.....	83
4.2. Реализация методики мониторинга и управления уровнем охраны труда при эксплуатации грузоподъемных механизмов.....	87
4.3. Оценка организационно-экономической эффективности применения методики мониторинга и управления уровнем охраны труда.....	105
4.4. Выводы по четвёртой главе	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	118
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	136
ПРИЛОЖЕНИЕ А	
Структура нормативной документации по безопасности труда в строительстве	137
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	
Типовой процесс создания объекта строительства	138
ПРИЛОЖЕНИЕ В	
Алгоритм построения 3D модели и работы по контролю за уровнем ОТ	139
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	
Акт внедрения	140

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Одним из направлений экономического развития государства является строительная отрасль, в которой вопросы охраны труда и повышения безопасности стоят крайне остро, поскольку от решения данного вопроса зависит, в том числе, и её эффективный рост.

С развитием современных информационных технологий, а также экономического потенциала строительной отрасли, необходимы новые системы контроля для обеспечения безопасных условий труда, которые бы способствовали более точной оценки влияния на них опасных производственных факторов во время производства работ.

Контроль производственной безопасности в строительной отрасли осуществляется за счет выполнения требований технических регламентов, государственных и межгосударственных стандартов, строительных норм и правил (СНиП), сводов правил (СП), а также межотраслевых правил по охране труда, и других нормативно-технических документов.

Уровень конкуренции в строительстве вынуждает производителей обращать внимание на инновации не только в технологические процессы, но и в новые методы контроля и оценки уровня охраны труда. Надлежащее обеспечение уровня охраны труда влияет на экономические и репутационные показатели компании, в то время как низкий уровень условий труда негативно воздействует на рынок труда в целом, что выражается в высокой текучести и нехватке рабочей силы, вредными и опасными условиями труда и т.д.

Учитывая этот факт, а также быстрое развитие информационных технологий Правительство России приняло ряд нормативных документов, в частности, СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла», где в п. 5.6.5 обозначены элементы контроля безопасности на строительных площадках. Таким образом, государство предлагает иначе взглянуть на методики контроля за безопасностью на

строительных площадках с использованием современных информационных технологий.

Одним из видов инновационных технологий является BIM (*Building Information Modeling*) технология – информационное моделирование зданий – это интегрированный подход оценки проекта (модели), на основе обработки всей имеющейся информации о будущем сооружении. Данная технология является универсальной информационной платформой, которая позволяет интегрировать различные программные модули в 3D-модель инвестиционно-строительного проекта. Благодаря такому подходу, появилась возможность оцифровки строительного производства при контроле за безопасностью производства работ, а также и охраны труда с применением риск-ориентированного подхода.

Степень разработанности темы исследования. В основу настоящего исследования положены труды современных отечественных и зарубежных ученых, работающих над проблемами оценки охраны труда, а также занимающихся внедрением современных информационных технологий, таких как: Ройка В.Д., Максымив В.С., Никулин А.Н., Шкрабак В.С., Азаров В.Н., Рудаков М.Л., Левашов С.П., Миллерман А.С., Морозова Т.Ф., Алибекова И.В., Чак Истман, Роберт Эйш, Степанова И.П., Сидоров А.Г., Пулатова А.В., Талапов В.В., А. Осипов, А. Семин, А. Шахраманьян, А. Маркарян, Д. Кудасов, Д. Полковников, И. Рогачев, И. Емельянов, К. Тев, М. Голод, П. Манин, Раймонд Фадель, Р. Митин, С. Макаров и др.

Цель исследования заключается в разработке методики мониторинга и оценки безопасности строительного производства с привлечением комплекса средств BIM-технологии при оцифровке основных опасных и вредных производственных факторов по видам строительно-монтажных работ согласно МДС 12-28.2006 «Методическое руководство по проведению экспертной оценки безопасности нестационарных рабочих мест на строительных местах» и модернизации метода Файна-Кинни для оценки возникающих рисков.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи**:

1. исследовать современное состояние практики и научно-методического обеспечения охраны труда и уровня безопасности в строительстве;
2. исследовать перспективы использования BIM-технологии для повышения уровня охраны труда в строительстве;
3. разработать научно-практическую методику мониторинга и оценки безопасности строительного производства с привлечением комплекса средств BIM-технологии на основе оцифровки опасных и вредных производственных факторов по видам строительно-монтажных работ;
4. разработать риск-ориентированный подход к оценке производственного травматизма в строительстве.

Объект исследования – степень безопасности строительного производства.

Предмет исследования – методы оценки влияния опасных и вредных производственных факторов на степень безопасности строительного производства.

Научная новизна исследования заключается в достижении следующих конкретных результатов:

1. Разработана методика мониторинга и оценки безопасности строительного производства с привлечением комплекса средств BIM-технологии с оцифровкой опасных и вредных производственных факторов по видам строительно-монтажных работ.
2. Разработан классификатор оценки условий труда с учетом МДС 12-28.2006, позволяющий производить ранжирование опасных производственных факторов, а также определены граничные значения их влияния по всем видам СМР.
3. Усовершенствована риск-ориентированная система по контролю и оценке уровня производственного травматизма в строительстве на основе модернизированного метода Файна-Кинни и матрично-индексного подхода.
4. Введено понятие индекса безопасности строительства как интегрально-дифференциального показателя, характеризующего не только общее состояние

уровня безопасности и охраны труда, но и степень опасности производственных процессов на строительной площадке.

5. На основе математических моделей разработана методика оценки безопасности эксплуатации башенных кранов, влияющей на уровень охраны труда.

Теоретическая значимость работы заключается в возможности контроля и профилактики степени безопасности строительного производства на основе мониторинга с привлечением комплекса средств BIM-технологии.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что результаты работы могут быть использованы для мониторинга уровня степени безопасности строительного производства, а также охраны труда на строительных площадках, как индикатор рискового состояния проверяемого объекта, что в свою очередь может послужить информацией для проверяющих служб, контроля и профилактики степени безопасности строительного производства, а также для предотвращения несчастных случаев.

Методология и методы исследования. В работе использовались методы оценки влияния опасных и вредных производственных факторов на степень безопасности строительного производства, включающие в себя методы математического моделирования, информационного моделирования с применением платформы Revit компании Autodesk. Для реализации методики контроля уровня ОТ использован Autodesk Navisworks Simulate. Программный продукт Autodesk Navisworks Simulate не способен самостоятельно провести анализ уровня ОТ, поэтому дополнительно была разработана программа «Сателлит», позволяющая обрабатывать вносимые данные согласно заложенному в неё алгоритму. В работе также применены методы оцифровки различных объектов, опасных и вредных производственных факторов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Методика мониторинга и оценки степени безопасности строительного производства с привлечением комплекса средств BIM-технологии с оцифровкой опасных и вредных производственных факторов по видам строительно-монтажных работ.

2. Индекс безопасности строительства – как интегрально-дифференциальный обобщающий показатель, характеризующий не только общее состояние уровня безопасности на основе травматизма, но и степень опасности производственных процессов на строительной площадке на основе классификатора оценки условий труда и профессионального риска с учетом МДС 12-28.2006.

3. Методика оценки безопасности эксплуатации башенных кранов, влияющей на уровень охраны труда, на основе информационной модели.

4. Усовершенствованная риск-ориентированная система по контролю и оценке уровня производственного травматизма в строительстве на основе модернизированного метода Файна-Кинни и матрично-индексного подхода.

Область исследования соответствует паспорту научной специальности 05.26.01 Охрана труда (в строительстве), а именно п. 3 «Разработка методов контроля, оценки и нормирования опасных и вредных факторов производства, способов и средств защиты от них», п. 4 «Разработка систем и методов мониторинга – опасных и вредных производственных факторов, автоматизированных систем сигнализации об опасностях», п. 9 «Изучение эффективности реализации систем управления и организации охраны труда на предприятиях и по отраслям, разработка информационных систем для сбора оперативной информации по аварийности, травматизму и проф. заболеваемости».

Достоверность научных результатов базируется на использовании обоснованных исследований современных российских и зарубежных ученых, на анализе статистических данных о состоянии охраны труда в строительном производстве, на основе проверки работоспособности методики в производственных условиях, а также применении современных методов математического анализа с применением передового программного обеспечения.

Апробация. Основные теоретические положения и промежуточные выводы диссертационной работы были представлены на: Научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности «ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА – 2016», г. Комсомольск-на-Амуре. (2016г.); IX Петербургском

международном инновационном форуме (2016г.); III Международной научно-практической конференции «Безопасность в строительстве» СПбГАСУ (2017г.); XXI межвузовской научно-практической конференции «Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства» ВИТУ, г. Санкт-Петербург (2018г.); Всероссийской научно-практической конференции «Современные технологии управления проектами в строительстве» СПбГАСУ (2019г.); расширенном заседании кафедры «Техносферная и экологическая безопасность» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» (2019г.).

Основные алгоритмы и методики апробированы в строительной компании ООО «НТЦ-Эталон», г. Санкт-Петербург, входящей в холдинг Etalon Group при строительстве объектов; организацией представлен акт о внедрении научных результатов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в т.ч. 5 статей опубликованы в научных журналах, включенных в перечень, утвержденный ВАК РФ; 1 статья в издании, индексируемом научной базой Scopus; 6 – в изданиях, индексируемых РИНЦ.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация изложена на 140 страницах печатного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 155 источника и четырёх приложений. В работе представлено 33 рисунка, 13 таблиц и 40 формул.

ГЛАВА 1. ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРАКТИКИ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

1.1 Обзор методического обеспечения и современного состояния охраны труда в строительстве

Обеспечение необходимого уровня безопасности в строительном комплексе осуществляется за счет выполнения требований технических регламентов, государственных и межгосударственных стандартов, строительных норм и правил (СНиП), сводов правил (СП), а также межотраслевых правил по охране труда, и других нормативно-технических документов. В настоящее время в системе научно-методического обеспечения охраны труда в строительстве действуют следующие документы, представленные в Приложении А.

Современная политика в области строительства и эксплуатации основывается на едином правовом поле, которое регулирует весь цикл реализации инвестиционно-строительного проекта: проектирование – строительство – эксплуатация. При этом используется специализированный государственный аппарат, который осуществляет контрольно-надзорное обеспечение безопасности объектов, а также для защиты жизни и здоровья участников данного процесса. Актуализация вопроса повышения контроля со стороны государства и соблюдения требований безопасности имеет место в связи с участниками случаями разрушений объектов капитального строительства, а также возникновения аварий, вызванных неправленой эксплуатацией оборудования, что повлекло причинение ущерба жизни и здоровью людей.

На сегодняшний день, система обеспечения документами в сфере охраны труда, включает в себя множество нормативных и правовых актов и регламентов. Рассматривая нормативные документы относительно их значимости, следует разделить их на государственные и локальные. Можно выделить основные технические регламенты, которые наиболее полно отражают вопросы охраны труда в строительстве, а также вопросы безопасности зданий [1-3]. Отметим, что

в рамках таможенного союза, также идет подготовка регламента необходимых нормативно-правовых актов.

Государственные нормативные акты в области ОТ подлежат обязательному исполнению и устанавливаются органами, которые уполномочены инспектировать на предмет выполнения требований безопасности. Игнорирование применения данных нормативов грозит штрафными санкциями. В свою очередь, локальные нормативные акты разрабатываются в организации, с учетом вида её деятельности, при этом они не должны противоречить действующим правовым документам РФ.

В дополнение к техническим регламентам действуют СНиПы, которые непосредственно имеют отношений к безопасности труда в строительстве. В частности, в них содержатся общие правила, относящиеся как к организации строительной площадки, так и процессу строительства [4,5]. Большинство разделов данных СНиП основаны на распоряжении Правительства [6], в результате обязательного соблюдения которых, обеспечивается выполнение «технического регламента о безопасности зданий и сооружений».

В последние годы, в целях соблюдения требований технических регламентов в области применения современных технологий и новейших научных достижений, актуализирован ряд строительных норм и правил с присвоением им нового названия – Свода правил. Вслед за этим были пересмотрены государственные стандарты, которые содержали в себе технические правила описания процессов строительства и проектирования строительного монтажа, пуско-наладочных работ, эксплуатации, реализации перевозок, хранения и утилизации продукции.

Совместно с вышеуказанными нормативными документами действуют специализированные правила по охране труда, правила промышленной безопасности, СанПИны для проектирования вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений, организации строительного производства и технологических процессов, на оборудование, инструмент и др.

Особое место в системе правил и стандартов занимает Система Стандартов Безопасности Труда (ССБТ). Строительство [7-17]. Цель создания ССБТ – упорядочение нормативно-технической документации в области безопасности труда. Система представляет собой комплекс взаимосвязанных нормативных документов, направленных на обеспечение и улучшение условий труда работающих и имеет несколько подсистем:

Подсистема 0 – методические и организационные стандарты, которые являются основополагающими и устанавливают структуру, согласование и соблюдение ССБТ; в частности это касается вопросов обучения и определение ВиОПФ и др.

Подсистема 1 – регламентирует порядок выполнения требований охраны труда относительно влияния ВиОПФ. Стандарты, входящие в данную подсистему, являются обязательными к применению. Наиболее значимые – это стандарты, касающиеся обеспечения пожарной безопасности и общих санитарно-гигиенических требований.

Подсистема 2 устанавливает требования безопасности к производственному оборудованию, к отдельным видам или группам производственного оборудования, а также методы контроля выполнения требований безопасности. К данной системе относится, например, ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ "Оборудование производственное. Общие эргономические требования".

Подсистема 3 рассматривает вопросы безопасности и требования к производственным процессам, в частности, режиму работы производственного оборудования, требования к рабочим местам и режиму работы персонала, производственной санитарии. Основополагающий стандарт в этой подсистеме – ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные», который содержит важный раздел "Особенности построения стандартов ССБТ на требования безопасности к группам производственных процессов", где представлены основы построения стандартов на конкретные технологические процессы.

Подсистема 4 содержит требования к средствам защиты работающих [12].

Подсистема 5 ориентирована на требования обеспечения безопасности зданий и сооружений при их строительстве, эксплуатации, ремонте и реконструкции, методы контроля выполнения требований безопасности к зданиям и сооружениям. Например, ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения".

Подсистема 6 рассматривает возможность для стандартов, которые бы регулировали общее понятие BIM-технологии и описывали возможности данной технологии.

Определяя основные части по ОТ, можно выделить следующие элементы.

Рассматривая охрану труда как систему контроля за выполнением требований нормативно-технической документации в области обеспечения безопасности, отметим, что она в то же время является и частью трудовых отношений между работником и работодателем, где безопасные условия труда и должен обеспечить работодатель. То есть, ОТ – это интеграционный процесс взаимодействия работника и работодателя, где каждый вектор взаимодействия напрямую влияет на жизнь и здоровье работника. Таким образом, первостепенным признается взаимоотношения работника и работодателя [120].

Что касается трудового законодательства, то можно видеть, что оно устанавливает гарантии трудовых прав на создание благоприятных условий, а также защищает права как работодателя, так и работника. Необходимо переосмыслить суть обеспечения безопасных условий труда. Работник, устраиваясь на работу, имеет квалификацию и свои компетенции, и сам должен осознавать всю ответственность за соблюдение требований охраны труда. В свою очередь, работодатель должен организовать безопасное производство.

Вопросы, касающиеся обеспечения техники безопасности. Хотя термин в «техника безопасности» устарел, все же вопросы ТБ стоят на втором месте. Данное направление увязывает организационно-технические, санитарно-гигиенические и иные мероприятия, которые направлены на сохранение жизни и здоровья работников, посредством применения исправного оборудования и средств индивидуальной защиты, а также обеспечения достойных условий труда.

Также, рассматривая данный аспект, можно выделить риск-ориентированную направленность, которая помогает выявить, оценить и предупредить возможные риски, помогая снижать показатель травмирования на предприятиях, и повышая культуру производства.

Регламент по обеспечению противопожарного режима на объектах строительства и предприятий, содержит в себе ряд нормативно-правовых актов, направленных на соблюдение требований пожарной безопасности, а также возможного предупреждения огня в динамике производственных процессов. Вопрос обеспечения пожарной безопасности рассматривается как комплексный подход, в котором должны быть задействованы все участники строительства и применяться специальные мероприятия и средства пожаротушения.

Психофизиологические аспекты ОТ, которые отражают непосредственно условия труда, в которых находится работник. Таким аспектам соответствует ряд нормативных документов, которые регламентируют санитарно-гигиенические требования, отражающие параметры микроклимата в производственных и бытовых помещениях, обеспечивая пригодные бытовые условия на работе. Данный аспект затрагивает непосредственно самого работника, так как от его состояния зависит как его жизнь и здоровье, так и его коллег, а также служит причинами травматизма ввиду отсутствия мотивации, незнания правил эксплуатации и чрезмерной самоуверенности, и нарушения правил, вследствие несоответствия требований.

Сегодня государственная система по контрольно-надзорной деятельности в области промышленной безопасности переходит на новый уровень своего развития, а именно на риск-ориентированный подход при строительном надзоре. Согласно постановлению Правительства №1294 от 25 октября 2017 года, установлено, что риск-ориентированный подход будет применяться органами строительного надзора. Данный подход позволит оптимизировать использование человеческих, материальных, финансовых ресурсах проверяющих органов, также позволит повысить эффективность контрольно-надзорной деятельности и что не маловажно, качество работ при производстве СМР.

Рассматривая риск-ориентированный подход в организации безопасных условий труда, можно сказать, что это организационный подход, направленный на осуществление контроля, анализа и оценки возможного риска, с целью недопущения негативных последствий, а также возможность управления рисками. Проверка контрольно-надзорными органами осуществляется на основе контрольных листков, по результатам которых предприятию присваивают ту или иную категорию риска. На основании результатов устанавливаются временные интервалы проверки организации.

В рамках проведения процедуры риск-ориентированного подхода юридическому лицу необходимо заполнить анкету, в которой указаны ряд вопросов касающиеся обеспечения безопасности согласно его деятельности. Но многие нюансы остаются не учтены, в частности, динамика строительно-монтажных работ. Это не только административный аппарат, располагающийся в офисе или в бытовом городке на строительной площадке, а еще множество производственный процессов, происходящих на строительной площадке в динамике выполнения СМР. Поэтому, важно учитывать все составляющие строительного производства. Для организации такой задачи за основу предлагается концепция «Нулевого травматизма» или «Vision Zero». Которая была предложена Международной ассоциацией социального обеспечения и запущена в Сингапуре 4.09.2017 года на XXI Всемирном конгрессе по безопасности и гигиене труда.

Таким образом риск-ориентированный подход направлен скорее на снижение административной нагрузки на проверяющие органы и на саму компанию. В связи с этим, вопросы, касающиеся непосредственного контроля за безопасностью промышленного производства, ложится на сами предприятия, и предприятию необходимо разрабатывать инструменты, отвечающие требованиям современного риск-ориентированного подхода. И здесь встает вопрос индивидуального отношения каждого участника строительного процесса, а концепция нулевого травматизма как раз позволяет определить роли каждого участника в этой системе.

Несмотря на законодательную обеспеченность производственной деятельности, следует отметить, что на сегодняшний день состояние уровней охраны труда в нашей стране находится на недостаточном уровне.

Анализ современного состояния производственного травматизма в основных видах экономической деятельности показал следующее распределение: обрабатывающая промышленность – 27,1%, здравоохранение и предоставление социальных услуг – 9,8%, строительство – 8,1%, транспорт – 8,1%, оптовая и розничная торговля, а также ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования – 7,4%, сельское хозяйство – 7,2%, операции с недвижимым имуществом – 5,9%, добыча полезных ископаемых – 5,4%. [18]

За 2016 год произошло 6881 несчастных случаев, что на 256 случаев меньше, чем в 2015 году (таблица 1.1). По видам экономической деятельности, где больше всего возникает несчастных случаев, 52,2% приходится на обрабатывающую промышленность, строительство и транспорт. [18]

Таблица 1.1–Травматизм на производстве

	2010	2014	2015	2016
Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на один рабочий день и более и со смертельным исходом:				
всего, тыс. человек	48	31	28	27
на 1000 работающих	2,2	1,4	1,3	1,3
Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве со смертельным исходом:				
всего, человек	2004	1456	1288	1290
на 1000 работающих	0,094	0,067	0,062	0,062

Анализируя виды несчастных случаев, которые приводят к тяжелым последствиям, стоит отметить, что падение с высоты находится на первом месте и составляет 23,6% от общих травмоопасных ситуаций; далее следуют контакт с движущимися частями машин и механизмов – 21,7%, дорожно-транспортные происшествия – 14%, падение, обвалы, материалов и предметов – 11,4%. Относительно несчастных случаев со смертельным исходом отметим, что строительная отрасль “лидирует” относительно других видов экономической деятельности и “обеспечивает” 20% от общего числа всех пострадавших. [18]

Среди причин несчастных случаев на производстве с тяжелыми последствиями, являются причины организационного характера. Основным, из которых можно выделить человеческий фактор, а именно неудовлетворительная организация рабочих мест, отсутствие системы контроля при производственных процессах, недостатки в обучении персонала основам промышленной безопасности, отсутствие трудовой дисциплины, нарушения норм и правил охраны труда, что выражается в 71,7% от общего числа несчастных случаев. В то же время, только 7,1% несчастных случаев были выявлены в результате технических и технологических факторов. [18]

Приведенные выше данные показывают на необходимость поиска новых методов оценки условий степени безопасности труда, а также инструментов для их контроля в динамике строительных работ. Разработанные и предложенные современные методы государственных органов помогают решить эту проблему, но не до конца, поэтому, сегодня нужен дополнительный инструмент, который позволял бы в динамике отображать реальную картину производственного процесса в условиях выполнения работ. [18]

Сегодня международная практика в развитии охраны труда идет по пути превентивных мер в оценке профессиональных рисков и создания эффективной системы управления ими, чему способствовал положительный опыт Великобритании в снижении уровня производственного травматизма, который был взят на вооружение Международной Организацией Труда (МОТ) [19,20] в

1999 г. При этом, был разработан международный документ OHSAS 18001:1999 «Система менеджмента профессионального здоровья и безопасности. Спецификация», в котором был рассмотрен новый подход к системе управления охраной труда. Специфика документа заключается в механизме непрерывного контроля мероприятий по улучшению условий труда.

1.2 Анализ отечественного и зарубежного опыта обеспечения охраны труда в строительстве

Охрана труда – важный элемент политики любого современного государства. Анализ зарубежного опыта, касающегося вопросов охраны труда (США, Канада, Германия, Великобритания и др.) и адаптация его к российским условиям, с учетом национальных особенностей, даёт возможность подчеркнуть нюансы зарубежного подхода к решению данных вопросов, а также, что не мало важно, снизить производственный травматизм и профессиональные заболевания в строительном комплексе Российской Федерации.

Рассматривая систему ОТ в Великобритании, можно отметить, что она регламентируется несколькими нормативно-правовыми актами, главными из которых являются: закон о фабриках 1961 года и закон об охране здоровья и техники безопасности на производстве 1974 года. [21] В частности, закон 1974 года повлиял на многое аспекты деятельности предприятий: уменьшилось количество крупных предприятий (при этом, менее 50% населения было задействовано в их работе); произошло увеличение мелких компаний более чем на 90% от исходного количества. При этом увеличилось количество трудовых ресурсов, которые имели неполную занятость, а также увеличилось количество женщин на предприятиях.

В 1997 году в Великобритании была выпущена брошюра «Успешное управление охраной труда» (Successful health and safety management) [22], основной посыл которой был показать, что ведение предприятием успешной политики в области управления системой ОТ повышает успех таких предприятий

как для развития производственных показателей основываясь на развитие человеческого потенциала, так и на контроле и управлении рисками на производстве, также и затрагивает экономические аспекты в развитии предприятия, а это первую очередь имидж компании, что в свою очередь приводит дополнительное финансирование программ по ОТ, увеличение производительности труда, так как при хорошем управлении рисками снижается травматизм на производстве и создание современных информационных систем для поддержки решений в управлении ОТ. Для полноценного функционирования системы контроля ОТ было предложено правило «четырёх К»: Контроль, Кооперация, Коммуникация, Компетентность.

В 2004 году была принята стратегия, нацеленная на безопасность здоровья рабочих и охрану рабочих мест [23], определяющая приоритетом в современном обществе безопасность рабочего, где целью ставится снижение смертности и тяжелых травм, приведших к потере трудоспособности на 10%, профессиональных заболеваний на 20% и потерю времени на лечение, которое даётся работнику, получившему травму на 30%. Стратегия получила название «10-20-30». Основное место в развитии стратегии было уделено бюджетному сектору, на базе которого планировалось создать образец безопасного и здорового труда; работодателю вменялась обязанность обеспечивать безопасными условиями труда работников, а сам рабочий является частью системы по сохранению и соблюдению безопасных условий труда, где должен проявлять активную позицию.

В США вопросами охраны труда и организации рабочих мест, а также профилактики профзаболеваний занимается Управление по охране труда, которое входит в Министерство труда США. Разрабатываемые нормативные акты и законы в области ОТ в США являются обязательными для исполнения на всех предприятиях; отклонения от неисполнения карается наложением больших штрафных санкций, размеры которых могут достигать десятки миллионов долларов [24-26]. При этом все выявленные нарушения классифицируются по видам: *незначительное* (имеет прямое отношение к безопасности работника, не

может привести к его травмированию или смерти), *серьезное* (может повлечь за собой травмирование работника с причинением увечий которые поставят точку на его профессиональных обязанностях) и *умышленное* (когда работодатель, зная о ситуации на своем объекте намеренно продолжает заниматься предпринимательской деятельностью игнорируя все требования по ОТ). Можно отметить, что контроль ОТ в США в большей степени построен на системе штрафов. [27,28] Одним из действенных способов контроля за выполнением требований охраны труда является контроль участниками трудового процесса и оперативного сообщения в органы контроля. Информация о нарушении может передаваться работниками по телефону, что уже является поводом для проверки. Таким образом, самоконтроль и принятие оперативных решений, позволяет снизить уровень травматизма на 15% и сокращение рабочего времени на 50% по причине аварий [29,30,39,40].

В Евросоюзе ОТ являются приоритетными для всех стран – членов ЕС. Одной из задач обеспечения безопасности, является возможность управлением профессиональными рисками, как на государственном уровне, так и частными предприятиями, и структурами. Политика ЕС в области ОТ ориентирована на охрану здоровья и обеспечение безопасности на рабочем месте работника, таким образом, в ЕС реализуется принцип социальной ответственности предприятий [31].

Для оценки профессиональных рисков и их регулирования в ЕС на производствах используются соответствующие законы и директивы в области ОТ, [32] которые можно разделить на две группы:

- директивы по защите работников [32,33].
- директивы, касающиеся использования оборудования, машин, средств защиты при производстве продукции, а также выпуска товаров на рынок [32,33].

При этом каждая страна Евросоюза в обязательном порядке адаптирует свои национальные стандарты под эти директивы, и утверждает их на законодательном

уровне [34,35]. В свою очередь в Евросоюзе разрабатываются законы, которые стремятся стимулировать работодателей.

В настоящее время в странах ЕС происходит интеграция системы управления ОТ с системой качества и управлением окружающей средой с последующим внедрением в компании как комплексного метода. Внутренний контроль и другие системы управления качеством во многом связаны с экологическим менеджментом ISO 14001. Однако задаваясь вопросом, можно ли интегрировать внутренний контроль (ВК) также эффективно как с ISO 9000 в части вопросов обеспечения качества (ОК)? Однозначного ответа нет, так как ОК не является основой ВК и наоборот. Но с другой стороны руководящие документы в управлении ОК оказали существенное влияние на внедрение и структуру ВК. Сходство двух концепций сводится к следующему:

- они построены на одних и тех требований, нормативно-правовых актах, нормах и стандартах для предприятий;
- несоблюдение хотя бы одного из них ведет к ослаблению предприятий;
- для работы системы требуется четкая замкнутая система аудита. При этом предполагается сертификация компаний сторонней компанией на соответствие данной системе [22,31,36,37].

Также существуют другие стандарты, направленные на обеспечение управления охраной труда [26,37,38].

На сегодняшний день профессиональный риск имеет разные понятия в зависимости от области применения [41] и подразделяется на: групповой, индивидуальный, профессиональный и т.д. Как показывает практика, для решения вопросов, связанных с системой управления охраной труда, а также рисками возникающими при этом, необходим комплексный подход, который бы способствовал соблюдению требований ОТ при любом производстве, на любом предприятии. Рассмотрим несколько систем управления рисками в области ОТ которые можно использовать на предприятиях (таблица 1.2). [42- 55,119]

Таблица 1.2 – Существующие системы управления рисками по ОТ

№ п/п	Подходы к управлению профессиональными рисками в области ОТ	Области применения	Достоинства	Недостатки	Методы решения
1	2	3	4	5	6
1	СОУТ – специальная оценка условий труда. (ФЗ от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) "О специальной оценке условий труда")	СОУТ направленна на проверку конкретного рабочего места на наличие ОиВПФ, влияющих на работника СОУТ использует инструментальные замеры влияния ОиВПФ и дальнейшее их сравнение с нормативными показателями	Возможность снижения класса условий труда, возможность декларировать условия труда с привязкой к классу условий труда и на основе этого формирование льгот	Искусственное сужение круга ОиВПФ производственной среды – низкая объективность. Ужесточение ответственности работодателя за не проведение СОУТ. Плановая проверка 1 раз в 5 лет; внеплановая – через 6 месяцев с момента наступления оснований предусмотренным законом. Инструментальный контроль при оценке рисков	Отчет, включающий список рабочих мест, по которым была проведена проверка с присвоением им класса условий труда, а также перечень мероприятий, рекомендованных для улучшения условий труда
2	ГОСТ Р 12.0.010–2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков	Направлен на снижение ущерба здоровья и жизни работника на основе управления риска	Создание общих требований к функционированию системы и управлению ОТ на предприятии. Единый порядок подготовки и реализации задач, направленных на обеспечение жизни и здоровью работника Определение вектора развития деятельности по ОТ Закрепление за конкретными лицами обязанности и ответственности по обеспечению ОТ на предприятии	Результаты зависят от профессиональных и деловых качеств работников в области ОТ. Сложность в управлении различными рабочими коллективами с различными функциональными обязанностями. Отсутствие четких требований по внедрению СУОТ под каждый вид экономической деятельности. (Типовая форма под любой вид экономической деятельности)	Прямые методы используют статистическую информацию следующих показателей: Кчр. Кчч. Кчси. Кппт Косвенный метод основан на сравнении существующих показателей и нормативных $R_i = \Phi(ind(\Delta_i))$,

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
3	РОП – риск-ориентированный подход. Постановление №806 «О риск-ориентированном подходе»	<p>Направленно на снижение административной нагрузки на ЮЛ и ИП, а также на повышение контрольно-надзорной деятельности, что, в свою очередь, дает контрольно-надзорным органам перераспределить и сосредоточить свои усилия на компаниях с достаточно высоким риском.</p>	<p>Отсутствует инструментальный контроль при оценке рисков.</p> <p>Ориентирован на весь трудовой процесс как с точки зрения влияния ОиВПФ, так и с точки зрения работы системы</p> <p>Оценивается сам работник с точки зрения его компетенций по выполнению той или иной работы.</p> <p>Недопущение негативных последствий в процессе трудовой деятельности</p> <p>Рассматривая сложность некоторых видов работ, есть возможность управлять рисками.</p> <p>Классификация субъектов надзорной деятельности в зависимости от степени риска причинения вреда жизни и здоровью граждан</p> <p>Избирательный подход службой государственного контроля в зависимости от присвоенной категории риска</p>	<p>Низкий риск – проверки отсутствуют.</p> <p>Умеренный риск – 1 раз в 6 лет.</p> <p>Средний риск – 1 раз в 5 лет.</p> <p>Значительный риск – 1 раз в 3 года.</p> <p>Высокий риск – 1 раз в 2 года.</p> <p>Применение проверочных листов для идентификации рисков.</p>	<p>$P = T + Ky$, где</p> <p>T – показатель тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями обязательных требований;</p> <p>Ky – коэффициент устойчивости добросовестного поведения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, связанного с исполнением обязательных требований;</p> <p>P (потенциальный риск причинения вреда охраняемых законом ценностям в сфере труда)</p>

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
4	Система Элмери или TR-барометр Институт профессионального здравоохранения Финляндии, 2011	Ориентирован на весь трудовой процесс как с точки зрения влияния ОиВПФ, так и с точки зрения работы системы	Простота в использовании и расчете коэффициента, можно применять для контроля ОТ как на малых, так и больших предприятиях	Оценка общей ситуации на проверяемом объекте идет локально, что в свою очередь не может показать объективную картину на проверяемом участке Итоговая оценка риска не информативна, так как нет возможности просчитать тот ослабляющий фактор, который приводит всю систему к повышенному риску, При общей картине низкой рисковой ситуации на рабочем месте нет возможности выявить тот один риск, который может быть критичным для этого рабочего места	хорошо» K = ----- ----- x 100 (%). «хорошо» + «плохо» K – индекс безопасности (измеряется от 0 до 100%)
5	«Индекс ОВР» АНО «Институт безопасности труда» (индекс «ОВР») Москва, 2012	Усовершенствованная система Элмери. Метод оценки рисков на основе ранжирования уровня требований «Индекс ОВР» - индекс «ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ» (важные, критические), «ВАЖНЫЕ» требования по ОТ «РЕКОМЕНДАЦИИ» по организации рабочего места	Позволяет более детально и точно оценить существующий уровень рисков, а также дает возможность спланировать мероприятия направленные на обеспечение безопасности и спрогнозировать во времени результат таких мероприятий	Отсутствуют механизмы, которые бы позволяли распределить влияния риска на рабочее место, а также выстроить цепь взаимосвязи влияния риска при соблюдении и не соблюдении требований безопасности работника на рабочем месте	Индекс ОВР также выражается в виде отношения «соответствует» – «не соответствует» Индекс ОВР = $\frac{\text{НЕСОТВ} ("O" * 3 + "B" * 2 + "P")}{\text{ВСЕ} ("O" * 3 + "B" * 2 + "P" * 1)} \times 100\%$

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
6	Американский метод – Метод Файна-Кинни	<p>Основной принцип данного метода – это оценка индивидуальных рисков по произведению трёх характеристик (вероятность, подверженность, последствия).</p> <p>В зависимости от полученных результатов, расставляются приоритеты, в отношении которых необходимы профилактические меры для снижения рисковых ситуаций, которые могли бы повлиять на здоровье работников и окружающую среду</p>	<p>Метод прост в расчетах. Можно составлять карты опасностей на рабочих местах и отображать графически их рисковые уровни. Метод мобилен, настраивается под любой вид производства и может использоваться как на больших, так и на малых предприятиях</p>	<p>Главный недостаток – субъективность при проведении оценки вероятности, что в свою очередь требует привлечения высоких специалистов в данной области с большим опытом и знаниями</p> <p>Отсутствие стандартизированной анкеты, с помощью которой можно было бы заранее проверять предусмотренные элементы производственной среды</p>	<p>R = Подверженность * Вероятность *Последствия</p> <p>Итогом оценки служит индекс профессионального риска (R), оценка которого варьируется от 0 до 10 000 условных единиц</p>
7	Норвежская система оценки рисков, разработанная компанией DET NORSKE VERITAS (DNV) «Норвежская Истина»	<p>Направлена на оценку финансовых и человеческих рисков и связанных с ними неблагоприятных последствий, которые могут отразиться на окружающей среде и репутации компании. Выражается в виде двух вариантов оценки. Предварительная оценка частоты и тяжести последствий событий (см. таблицу 7) с последующим расчетом риска путем их перемножения.</p> <p>Происходит ранжирования рисков:</p>	<p>Возможность оценить рисковые ситуации, которые могут затронуть финансовую сторону компании, а также привлеченные человеческие ресурсы</p>	<p>Требуется привлечение большого количества специалистов, обладающих большим опытом в данных областях, а также наличие объёмной номенклатуры оцениваемых параметров</p>	<p>Оценка риска осуществляется по двум основным сценариям (вариантам), отличающимся друг от друга степенью детализации параметров.</p> <p>I-ый вариант предполагает определение риска по формуле</p> <p>риск = вероятность х последствия</p> <p>и предполагает произведение бальных отметок вероятности и последствий</p> <p>II-ой вариант менее детализированным алгоритмом.</p>

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
8	ЗАО «Клинический институт охраны и условий труда» совместно с НИИ медицины труда РАМН, 2011	<p>Оценка суммарной вредности и опасности условий труда на рабочего (индивидуальная оценка профессионального риска) при суммарном воздействии различных ОиВПФ.</p> <p>Методика предполагает присвоение баллов рабочим местам в зависимости от классов условий труда, определёнными на основе СОУТ, характеризуемыми как индекс профзаболеваний. Таким образом, фактическое состояние условий труда по данному фактору сравнивается с действующими нормативами показателями</p>	<p>Появляется обоснование для планирования адресных корректирующих мероприятий для подразделений с высоким риском для профессиональных групп, а также в отношении конкретных работников.</p> <p>Очередность проведения корректирующих мероприятий зависит от уровня выявленного риска</p>	<p>Проверка и анализ данных происходит через длительные промежутки, так как требуется наработать статистическую базу, сравнить с нормативными данными и произвести оценку рабочих мест по условиям труда.</p> <p>Метод предполагает сложный расчет показателей для каждого рабочего места</p>	$\text{ИПР} = \text{СУМ} * \Pi_t * \Pi_3$ $\text{СУМ} = V1 * \text{ИОУТ} + V2 * 3 + V3 * B + V4 * C$ $\text{ИОУТ} = 100 * [(\Pi_B - 1) * 6 + P] / 2334$
9	Оценка рисков на рабочем месте Мерви Муртонен Тампере, Финляндия	<p>Оценка риска здоровья работника, возникающая на рабочем месте.</p> <p>Предполагает использование анкет, которые составляются собственным персоналом, и далее работники отслеживают указанные риски в анкете и фиксируют их наличие или отсутствие</p>	<p>Возможность корректировки программы охраны труда в организации в зависимости от ОиВПФ, которые влияют на работника</p>	<p>Оценка направлена на изучение влияния внешних раздражающих факторов на работника.</p> <p>Оценка самого трудового процесса не происходит</p>	<p>Предполагает использование анкет по 5 факторам: 1. Физические, 2. Факторы несчастного случая. 3. Эргономика, 4. Химические и биологические факторы, 5. психологические перегрузки.</p>

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
10	Белорусский метод оценки профессиональных рисков на рабочих местах. В. Король и др. НИИ труда Респ. Беларусь. – Минск, 2010	Методика основывается на концепции «абсолютной безопасности» – т.е. отсутствие риска при соблюдении всех нормативных документов и требований по охране труда	Использование реестра профессиональных рисков для предварительно разработанного рабочего места. Данный реестр содержит базовые показатели, которые отражают профессиональные риски на рабочем месте и регламентирует соответствие всем нормативным документам. Таким образом идет сравнение выявленных отступлений от нормативных требований, характеризующих профессиональные риски	Данный метод предполагает сложный ручной расчет показателей для каждого рабочего места, и для дальнейшего применения необходимо разработать автоматические комплексы расчета данный показателей. При этом конечный показатель не является показателем «риска», скорее индикатором который показывает уровень риска на предприятии.	R = 1-V Vi = f (Pi, P(баз.)i) Vi = $\sum_{j=1}^n Vi * Aj$ Оценка уровня безопасности происходит методом сравнения с установленным нормативным значением показателя Vi, который равен 1, т.е. 100% в том случае, если уровень безопасности и профессионального риска соответствует нормативным требованиям и 0, в противном случае
11	Оценка охраны труда по методике Керб Р.П	Позволяет разработать меры, позволяющие предупредить и предотвратить несчастные случаи, и аналитически обобщить причины травматизма	Является комплексным методом для оценки охраны труда и техники безопасности, что позволяет сделать объективные выводы по их контролю	Требует наличие достаточно большого количества статистического материала. Проверка и анализ данных происходит через длительные промежутки, так как требуется наработать статистическую базу и сравнить ее с нормативной	Основными показателями состояния ОТ являются коэффициенты частоты (К ч.т) и тяжести травматизма (К т.т); для их расчета используют следующие формулы. Кч.т.в = Кч.т / Кч.т.б Кт.т.в = Кт.т / Кт.т.б

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6
12	Методика профессора Гандзюка М.П.	Методика подразумевает оценку предприятия или его отдельных участков, цехов на основе статистического материала по травматизму, анализа выполненных мероприятий, направленных на обеспечение ОТ, а также аттестации рабочих мест и их оценки соответствия санитарно-гигиеническим требованиям	Возможность планирования условий охраны труда на целый год с формированием под эти условия определённых денежных средств	Отсутствует возможность систематического контроля уровня ОТ, так как один из коэффициентов требует заранее планирования количества мероприятий по охране труда на определенный промежуток времени	$K_{цот} = (K_d + K_b + K_{впр}) / 3 \leq 1,$ $K_d = C_d / C$ $K_b = P_{вб} / P$ $K_{впр} = T_{ср} / T$
13	Методика оценки социально-экономического состояния ОТ	Основой методики служит обобщенный показатель, который содержит в себе данные о СОУТ, результатах трехступенчатого контроля, документы на оборудование с присвоением им знака безопасности	По результатам комплексной оценки по четырем факторам можно выработать рекомендации при планировании ОТ	Отсутствует возможность оценить выполнение требований ОТ в процессе работы	Количественная оценка результатов четырех мероприятий, направленных на улучшение ОТ: изменение состояния условий и охраны труда, социальные; экономические; социально-экономические

Рассмотренные системы управления рисками в области охраны труда сведены в таблицу 1.3 с целью определения универсальной системы, которая бы позволяла оценивать, контролировать риски в динамике трудового процесса.

Таблица 1.3 – Оценка системы управления рисками по ОТ

№ п/п	Системы и методы	Количество нная оценка	Простота	Информативность	Возможность отслеживать в динамике трудового процесса
1.	СОУТ – специальная оценка условий труда	+	-	+	-
2.	ГОСТ Р 12.0.010–2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ)	+	-	+	-
3.	РОП – риск-ориентированный подход.	-	+	+	-
4.	Система Элмери или TR-барометр	+	+	-	+
5.	«Индекс ОВР»	+	-	+	-
6.	Метод Файна-Кинни	+	+	+	+
7.	«Норвежская Истина»	+	-	+	-
8.	ЗАО «Клинический институт охраны и условий труда»	+	-	+	-
9.	Оценка рисков на рабочем месте Мерви Муртонен	-	+	+	-
10.	Белорусский метод оценки профессиональных рисков на рабочих местах.	+	-	-	-
11.	Украинский метод. Оценка охраны труда по методике Керб Р.П	+	-	-	-
12.	Украинский метод. Методика профессора Гандзюка М.П.	+	-	+	-
13.	Методика оценки социально-экономического состояния ОТ	+	-	+	-

По данным таблицы 1.3, можно сделать вывод о том, что метод Файн-Кинни удовлетворяет всем критериям системы контроля и управления риском в области охраны труда. Остальные подходы в чем-то схожи, и имеют общие основные требования к оценке рисков, но не все из них имеют возможность оценивать

влияние вредных и опасных производственных факторов в динамике трудового процесса.

Вопросам охраны труда на современном этапе также посвящен ряд исследований российских ученых [63-68]. В работах авторов [69-72] рассмотрены методы оценки инвестиционных рисков при реализации строительных проектов. Вместе с тем следует отметить, что оценка рисков проводится главным образом с помощью экспертных методов, что приводит к потере ценного ресурса, каким является время, при принятии оперативных решений. Автором [63] определены методы экономической защиты работников, находящихся под угрозой влияния производственных рисков, а также основные знания о системе обязательного страхования от несчастных случаев на производстве. В работе [41] рассмотрены критерии оценки рисков, связанных с профессиональной деятельностью работников при построении пирамиды несчастных случаев и модели приемлемого риска оценки профессиональной деятельности сотрудников.

Работы [69-72] показывают возможные методы оценки рисков при выполнении СМР, при этом акцент проверки смещается в сторону экспертных оценок, а это отражается на оперативности принятия решений и потерей времени принятия решений. Авторы в работах [63] показали возможности экономических механизмов для защиты работников. Предложены механизмы, включающие обязательное страхование от несчастных случаев на производстве. В работе [41] проведен анализ критериев оценки рисков, возникающих при профессиональной деятельности работника, с построением пирамиды несчастных случаев и модели приемлемого риска при профессиональной деятельности работника.

Большинство методов идеально подходят для оценки рисков ОТ на предприятиях, где имеются стационарные рабочие места, и где со временем уже появились статистические данные по травматизму. Также существует и другие методы и методики, которые позволяют оценить риски воздействия вредных производственных факторов на работника и на окружающую среду; вид и метод методики можно выбрать из нормативного документа СТБ ISO/IEC 31010

«Менеджмент риска. Методы оценки риска» [56-62]. Однако, все они требуют наличие экспертов, которые могли бы рассчитать риск.

1.3 Исследование перспектив использования BIM-технологии для повышения уровня охраны труда в строительстве

С развитием технологического прогресса, а также цифровых технологий, актуальным становится вопрос возможного применения данного направления в вопросах обеспечения безопасности производственных процессов. На сегодняшний день в строительной отрасли, активно начинает применяться BIM-технологии. *BIM (Building Information Modeling)* – информационное моделирование зданий – это процесс по созданию интегрированной модели будущего проекта строительства, включающего в себя все этапы жизненного цикла проекта от этапа проектирования, до этапа демонтажа. BIM- технология является тем самым инструментом, который показывает повышать эффективность взаимодействия всех участников проекта. Основой BIM служит трехмерная информационная модель. (Приложение Б).

Одним из родоначальников BIM –технологии можно назвать Чака Истмана, который являясь профессором Технологического института Джорджии в 1975 году опубликовал статью в научном журнале «American Institute of Architects» под названием «*Building Description System*» (Система описания здания). Другой родоначальник данного направления Роберт Эйш, который в 1986 году в своей работе впервые употребил словосочетание «*Building Modeling*», и тем самым определил развитие понимание BIM, как информационное моделирование. [73] Роберт Эйш показал качественно новый подход в проектировании; примером успешного выполнения проекта стал «Терминал №3» Лондонского аэропорта Хитроу. Это был первый случай использования технологии BIM в мировой проектно-строительной практике.

На сегодняшний день такие страны как США, Германия и Великобритания, активно внедряют цифровые технологии, в частности BIM-технологии.

Рассматривая США, то там процесс внедрения информационных технологий идет с 2003 года.

Что касается внедрения BIM-технологий в странах Европы и Азии, то этот процесс запущен с 2007 года. [74] Рассматривая опыт Великобритании, следует отметить, что первой задачей, которую бы решала BIM-технология, ставилась возможность снижения выбросов парниковых газов. Достижение такого результата могло быть только благодаря использованию современных информационных технологий, которые могли бы моделировать технологические процессы. Для этого необходимо было разработать рамки или границы, которые бы указывали уровень владения данными технологиями. Поэтому был разработан индекс оценки информационных технологий, разделенный на уровни: 0 ÷ 3. Великобритания находится на 2 уровне.

- Уровень 0 – в рабочем процессе в качестве носителей информации задействованы бумажные носители. Использование компьютера ограничивается лишь набором и распечаткой текста, а также чертежей, информация не передаётся посредством информационных систем;
- Уровень 1 – происходит обмен информацией между участниками проекта, при этом она ограничена. Формируется двухмерная модель будущего проекта с использованием цифровых чертёжных систем, первые попытки создания трёхмерного проекта. Появляется возможность получать информацию из 3D-модели;
- Уровень 2 – дифференцированный подход к созданию будущего проекта. Каждый участник проектной команды, разрабатывает 3D модель своего направления. Появляется возможность интеграции отдельных разделов в единую модель для проверки на коллизии. Данный уровень позволяет просчитывать риски при реализации проекта, таких как технологические при нестыковке смежных разделов проекта, стоимостные риски касательно использованных материалов, а также временных рисков, так как каждый элемент 3D модели имеет свои временные характеристики.

- Уровень 3 – продвинутый уровень, более глубокое осмысление уровня 2. Данный уровень активно работает в Великобритании с 26 февраля 2015 года, и называется Digital Built Britain.

Третий уровень предполагает задачи, занимающиеся разработкой новых тем и вопросов в исследовании на высоком уровне в области "цифровой экономики", а также развитие высокопроизводительные вычисления, интернет технологий, автоматизации процессов в виде математических цифровых алгоритмов и другие методы, направленные на развитие умных городов, систем транспорта и энергетики.

Все меры, прилагаемые государственной системой, направлены на развитие стратегии BIM. С 2012 года более 70% участников рынка заявили о своем участии в разработке BIM - технологии в проектах на американском рынке (согласно Hill McGraw Data). Великобритания на 2013 года - 54% (по данным the National BIM Report 2014). Относительно Сингапура (BCA), то более 80 процентов в 2015 году, проектов реализованы по технологии строительства BIM. Были разработаны стандарты, так в США NBIMS-US *, а в Великобритании PAS192-2 * 2 которые являются важными звеньями к переходу к цифровым технологиям. Активно данном направлении развиваются: Австралия, Дания, Нидерланды, Норвегия, специальный административный район Гонконга, Финляндия и другие страны. Применение разработанных стандартов для многих стран являются обязательными для выполнения. Во всех случаях, практически вся стратегия развития направлена на качественное строительство и развитие отрасли, а также для экономии. В российской нормативной базе имеет место стандарт (ГОСТ Р ISO10303), который связан с системами автоматизации проектирования и описательным языком.

В отечественной литературе можно встретить ряд источников по использованию современных информационных технологий в учебных целях, но, к сожалению, недостаточно тематических исследований в области применения данных технологий в области охраны труда [75,76].

Авторы [77-79] предупреждают, что технологию BIM можно использовать не только как инструмент, но и как процесс для организации качественного проектирования. Он показывает, что качественная организация процесса проектирования между различными отделами позволяет получить и качественный проект. Участие в разработке систем быстрого управления проектированием на предприятии также играет важную роль в повышении конкурентоспособности.

В работах [80-84]делено большое внимание развитию и внедрению BIM-технологии при реализации инвестиционно-строительных проектов, а также развитию BIM-технологии в альтернативных областях повседневной жизни.

Авторы [85-88] предлагают оценивать различные риски, которые уже, находясь на стадии проектирования, используют 3D-модель будущего проекта, создав алгоритм, позволяющий анализировать новые угрозы и предупреждать участников будущего проекта. Следует отметить, что использование технологии BIM при планировании процесса строительства на этапе проектирования позволяет оценить большинство рисков, связанных непосредственно с производством. Информационные технологии также позволяют оценивать типичные процессы всего проекта и строить для них более четкую логистику. Не обошли и такую сторону строительного производства, как ОТ во время строительного производства: рекомендуется принимать все меры на этапе проектирования, чтобы избежать травм на рабочем месте. В частности, рекомендуется моделировать в трехмерную модель все производственные процессы.

В [89-92] рассмотрены BIM-технологии в процессе городского планирования, когда применение этих технологий может стимулировать развитие кадастра города.

Сегодня BIM фокусируется на таких этапах реализации проекта, как: проектирование, строительство, эксплуатация. Рассматривая каждый этап индивидуально, можно сказать что тело информационной модели увеличивается со строительством здания, при этом степень технического использования информационных технологий в строительных организациях может варьироваться:

если в проектировании задействовано 85%, то в строительстве – 50%, в эксплуатации – 25% [76].

Анализ научной литературы и публикаций по реализации BIM-технологий показывает актуальность развития этого направления, также экономического положительного эффекта [93-105]. Авторы подчеркивают эффективность BIM в календарном планировании и оценке стоимости строительства зданий и сооружений. В статьях [106-110] основное внимание уделяется взаимодействию BIM-технологий и стратегий зеленого строительства.

Информационная модель здания означает получение полной информации о будущем объекте строительства по самым востребованным разделам проектной документации. Рассматривая строительную индустрию, то сегодня практическое применение BIM – технологии ведется такими компаниями как АЕСОМ г. Москва, «Металлимпресс» г. Нижний Новгород, Группа "Эталон" Санкт-Петербург. Однако, небольшое количество компаний, находящихся на начальных этапах внедрения технологии BIM, ограничивается развитием части АР. Хотя уже в 1984 году компания Autodesk презентовала свой программный продукт ArchiCAD , который позволял разрабатывать трехмерные модели будущих проектов.

Отмечая причины такого медленного внедрения новых информационных технологий, в частности BIM- технологий, то можно выделить следующие:

1. Адаптация современных программных продуктов к отечественным нормативным документам. В связи с этим выявляется сложность при выпуске проекторной документации относительно российских стандартов.
2. Недоступность лицензионных программных продуктов, работающих в BIM-пространстве, из-за их чрезмерно большой стоимости. Порой стоимость таких программ Navisworks и Revit компании Autodesk достигает ста тысяч за одну лицензию в месяц. Программные продукты компании Tekla могут достигать стоимости один миллион за одно рабочее место.
3. Проблемы перемены мышления пользователей BIM- технологии. Зачастую использование новых продуктов сводится лишь установкой нового софта, и этим все заканчивается. Отсутствие прогресса в работе. С BIM- технологией такой

подход не получится, так как при таком подходе, необходимо детально прорабатывать будущие узлы и конструктивные части сооружений, а также контактировать с другими специалистами смежных разделов для предотвращения коллизий. Таким образом появляются явные преимущества, в виде точной и детальной модели, из-за исключения ошибок, а также сокращения времени при проектировании и дальнейших переработок модели.

4. Однополярность мышления проектировщиков, которые считают использование 2 D- проектирования (плоского) неизбежно останется навсегда, а современные тенденции по 3D моделированию с использованием BIM-технологии, лишь временный эффект. При этом видя, что многие компании активно внедряют BIM-технологии в свои производственные процессы и получают ощутимую выгоду.

5. Учебные заведения, обучая современным информационным технологиям учащихся и обучающихся, не имеют поддержки и заинтересованности в этом работодателей. То есть образование (теория) и практика идут параллельно.

6. Поздняя заинтересованность государства данным (BIM – технология) направлением. Только в 2014 году, государственная машина приняла в работу возможности BIM технологии и утвердило документ по его развитию. При этом уже многие строительные компании уже работают в BIM среде.

Резюмируя вышесказанное, то можно сказать что развитие и внедрение современных информационных технологий в российской экономике на сегодняшний день является достаточно проблематичным, ввиду недостаточного понимания сути цифровизации, а также в сложности перестроении мышления как потенциальных пользователей, так и руководителей, от которых зависят ключевые решения по данному вопросу.

Тем не менее, на сегодняшний день в Российской Федерации отмечается довольно большой интерес к развитию BIM-технологии. Все больше компаний осознают её преимущества, занимаясь проблемами внедрения и развития. [112-115]

Рассматривая применение данной технологии и полученный результат, можно заметить, что все изыскания направлены большей частью на работу проектировщиков. Однако, если рассматривать BIM-технологию как информационную платформу (базу), на которую можно накладывать новые программные продукты (комплексы) «Сателлиты», то можно создать качественно иной подход в применении данной технологии. В частности, с помощью «Сателлитов» можно пересмотреть подход к оценке промышленной безопасности и охране труда, в другом ракурсе подойти к календарному планированию графиков строительства, рассмотреть возможность применения таких программ в оценке строительно-монтажных рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта и т.д.

1.4 Выводы по первой главе. Постановка задач исследования

Исследование состояния практики и научно-методического обеспечения охраны труда в строительстве, а также перспектив внедрения BIM-технологии позволили сделать следующие выводы:

1. приведенные статистические данные по травматизму в строительстве диктуют необходимость поиска новых методов мониторинга и оценки степени безопасности и охраны труда в строительстве, в частности, на основе BIM-технологии;
2. анализ источников показывает, что вопросы охраны труда, травматизма, методологии рисков в строительной отрасли недостаточно изучены, как и вопросы применения информационных технологий в строительстве, на основании чего можно отметить, что необходимо повышать уровень образования возможных пользователей BIM-технологии среди проектировщиков и будущих специалистов в области охраны труда;
3. необходимо разработать последовательность построения BIM и определить требования к заполнению модели в части проектной документации в соответствии с Постановлением РФ №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»; предложенная методология,

позволяет решать проблемы, но требует дополнительных инструментов для отображения реальной картины производственных процессов в динамике;

4. анализ систем управления рисками в области охраны труда показал, что метод Файн-Кинни удовлетворяет всем критериям системы контроля и управления риском в данной области. Остальные подходы в чем-то схожи, и имеют общие основные требования к оценке рисков, но не все из них имеют возможность оценивать влияние вредных и опасных производственных факторов в динамике трудового процесса, а также все они требуют наличие экспертов, которые могли бы рассчитать риск;

5. анализ применения BIM-технологии показал, что все изыскания направлены большей частью на работу проектировщиков; однако, если рассматривать BIM-технологию как информационную платформу, на которую можно накладывать новые программные продукты – «Сателлиты», то можно создать качественно иной подход в применении данной технологии, в частности, подход к оценке степени безопасности строительного производства и уровня охраны труда, к календарному планированию графиков строительства, к оценке строительно-монтажных рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта и т.д.

ГЛАВА 2. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ ВИМ-ТЕХНОЛОГИИ

2.1. Исследование факторов, характеризующих состояние охраны труда на строительной площадке

Технология ВИМ основана на трехмерном моделировании объектов. Трехмерное моделирование объектов, таких как строительная площадка, позволяет разделить её на отдельные участки и назначить границы для оценки степени безопасности в этих областях. Принцип оценки связан с разбиением исследуемого объекта до 100 квадратных метров. На этом этапе важно исследовать наиболее опасные производственные факторы, а также возможные риски, которые могут выявиться в процессе выполнения работ, и в дальнейшем они будут проверяться в этих участках контроля. В этом случае этапы оценки ОТ могут быть выражены, как показано на рисунке 2.1.

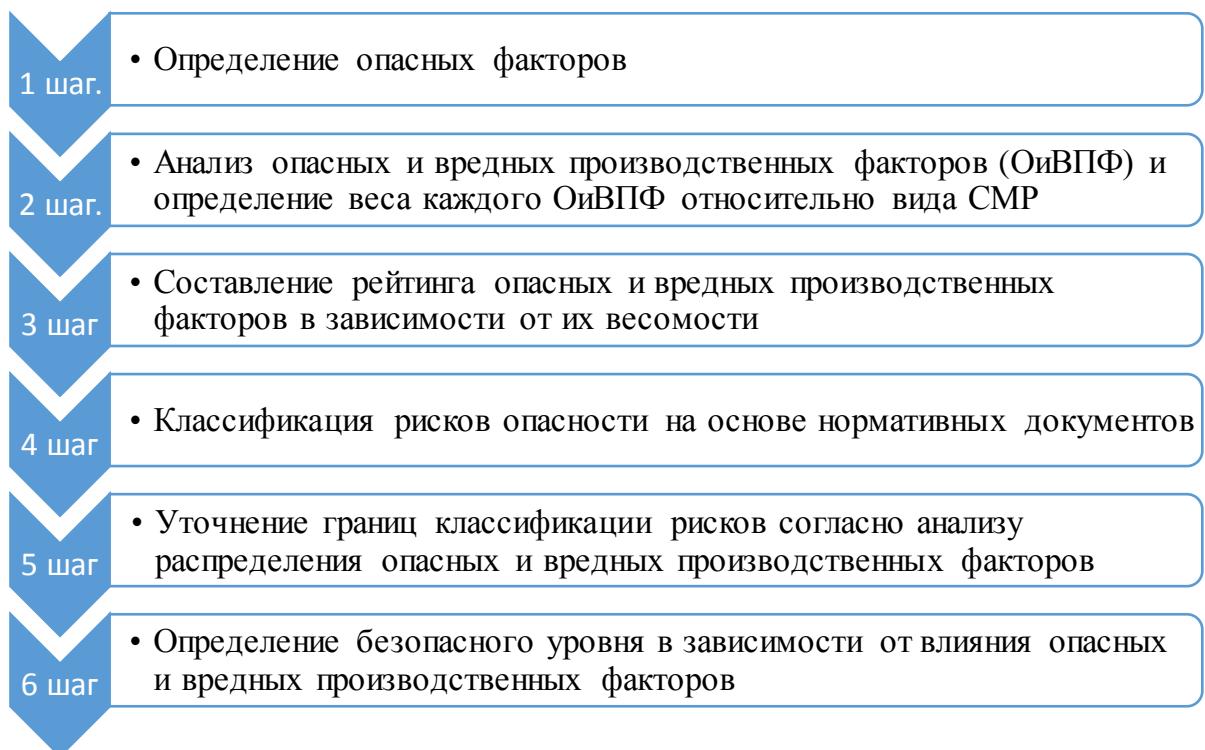


Рисунок 2.1- Основные этапы оценки состояния охраны труда

На первом шаге за основу исследования и анализа опасных и вредных производственных факторов принят нормативный документ [51], разработанный в развитие существующих норм и правил по ОТ на основе опыта экспертных центров по охране труда [116]. В документе рассматривается процедура оценки

нестационарных рабочих мест, а также учета опасных и вредных производственных факторов. Такой подход полностью отражает реальную ситуацию на строительных площадках. В качестве примера из [51] рассмотрена взаимосвязь строительно-монтажных работ и опасных вредных производственных факторов (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – 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 подмашивания;
 8 - острые углы, кромки;
 9 - повышенное содержание в воздухе пыли и вредных веществ;
 10 - шум и вибрация;
 11 - повышенная температура оборудования, материалов.

На втором шаге на основе данных, представленных в таблице 2.1, проведен горизонтальный и вертикальный анализ факторов и определен вес каждого

опасного производственного фактора для вида строительно-монтажных работ. Полученные на основе анализа зависимости представлены в цветоинфографике на рисунке 2.2. Для удобства дальнейших вычислений произведена замена плюса на 100% и условно принята за единицу.

№ п.п.	Виды строительно-монтажных работ	Наименование опасных и вредных производственных факторов (ОиВПФ)											Индекс СМР
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Земляные работы	1	1	1	1	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%
Индекс ОиВПФ		85%	62%	77%	31%	31%	38%	23%	38%	69%	31%	38%	

Рисунок 2.2- Индексы взаимного влияния опасных и вредных производственных факторов и СМР

Вычисления проводятся следующим образом: суммарный вес факторов принимается за 100%, далее определяется вес каждого опасного производственного фактора, а также вида строительно-монтажных работ в таблице:

$$O \text{ пр.ф} = 100 / N \text{ смр}, \quad (2.1)$$

где $O \text{ пр.ф}$ – вес опасного производственного фактора;

$N \text{ смр}$ – количество строительно-монтажных работ.

Произведем расчет по формуле 2.1

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

Аналогично производится расчет по СМР и находится вес каждого вида.

$$P_{\text{смр}} = 100 / N_{\text{пр.ф}}, \quad (2.2)$$

где $P_{\text{смр}}$ – вес строительно-монтажной работы;

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

Произведем расчет по формуле 2.2

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

После нахождения веса каждого опасного производственного фактора и вида строительно-монтажных работ, определяются их взаимное влияние друг на друга, согласно их распределения, что отражено на рисунке 2.1. в виде плюсов. Плюс заменим на единицу «1» (рисунок 2.2) и проведем дальнейшие вычисления:

$$I_{\text{пр.ф}} = \sum «+» * O_{\text{пр.ф}}. \quad (2.3)$$

$$I_{\text{смр}} = \sum «+» * P_{\text{смр}}. \quad (2.4)$$

где: $I_{\text{пр.ф}}$ – индекс опасных производственных факторов в зависимости от вида строительно-монтажных работ;

$I_{\text{смр}}$ – индекс строительно-монтажных работ в зависимости от опасных производственных факторов;

$\sum «+»$ – сумма зависимостей влияния опасных производственных факторов от вида СМР и наоборот.

В результате подстановки и расчетов установлено, что: опасными и вредными факторами производства являются «Расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,3 м и более», которая сочетает в себе все виды строительных работ.

На сегодняшний день, высотными работами являются работы на высоте 1,8 метра и более [117]. Таким образом, можно отметить, что во всех строительно-монтажных процессах, падение является самым опасным фактором и оказывают наибольшее влияние на уровень безопасности, что подтверждается статистическими материалами. [18]

Результат вычислений позволяет предвидеть риски, а по возможности и устраниить их перед началом выполнения работ, а в случае невозможности устранения риска, применить превентивные меры по уменьшению воздействий опасных производственных факторов на работников, т.е. полученная оценка дает

понять работодателям или контролирующими органам уровень воздействия опасных производственных факторов на выполнения тех или иных работ, а также определить угрозы, имеющиеся в рабочем процессе, и оценить при этом риски, связанные с ними, на основании чего определить необходимые мероприятия для сохранения жизни и здоровья работника.

На третьем шаге произведено ранжирование ОиВПФ в горизонтальном направлении, при этом виды СМР и их индексы остались без изменений.

На основе ранжирования получены граничные значения влияния ОиВПФ на виды строительно-монтажных работ и определены четыре зоны распределения их влияния (рисунок 2.3).

№ п.п.	Виды строительно-монтажных работ	Наименование опасных и вредных производственных факторов*											Индекс СМР %
		1	3	9	2	6	8	11	5	10	4	7	
1	Земляные работы		1	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	

Рисунок 2.3 - Ранжирование опасных производственных факторов

Четвертый шаг. На основании результатов ранжирования опасных и вредных производственных факторов (рисунок 2.3) разработан классификатор оценки условий труда с учетом [51] (рисунок 2.4).

Класс условий труда (Принятый)	Класс условий труда	Состояние объектов оценки	Необходимые мероприятия
Оптимальный	Оптимальный - 1 (безопасный)	Отсутствие влияние опасных и вредных факторов. Нарушений по охране труда нет.	Не требуются
Допустимый	Допустимый - 2 (условно безопасный)	Единичные нарушения охраны труда, при этом это не влияет на жизнь и здоровье работника. Профессиональный риск пренебрежительно малый (переносимый)	Должны действовать ограничения по применению труда женщин и подростков
Вредный	Опасный - 3.1 (в пределах умеренного)	Применение СИЗ. Влияние опасных и вредных факторов на отдельных 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)	Использование СИЗ не на достаточном уровне. Продолжительное влияние опасных и вредных факторов на работника 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	Повыщенно опасный - 3.3 (выше среднего)	СИЗ не используются. Влияние одного или двух видов опасных и вредных факторов на работника. Условия работ повышенной опасности	Требуются неотложные меры по снижению производственного риска. Компенсации за опасные условия труда до 20 %
	Особо опасный - 3.4 (недопустимо высокий)	Влияние опасных и вредных факторов на трудовой коллектив. Грубое нарушение требований охраны труда. Отсутствие СИЗ. Захламление выходов. Условия работ недопустимо опасные	Необходимо прекратить работы и устраниить 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

Рисунок 2.4 - Классификатор оценки условий труда

Пятый шаг. В соответствии с классификацией, представленной на рисунке 2.4, устанавливаются границы, в которые попадает проверяемый объект при оцифровке по степени безопасности строительного производства. По результатам вычисления и ранжирования опасных и вредных производственных факторов представленной на рисунке 2.2 определим пограничные значения индексов влияния ОиВПФ на все виды СМР и обозначим это как «Уровень опасности» на объекте (рис. 2.5).

Наименование	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
Уровень Опасности "%"}	0-23	24-31	32-62	63-68	69-76	77-84	85-100

Рисунок 2.5 - «Индекс опасности» в процентном отношении показывающий влияние опасных производственных факторов на СМР

Шаг шестой. Произведем перерасчет опасности и представим безопасный уровень с привязкой к классам условий труда (рисунок 2.6).

Наименование	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 "%"}	100-77	76-69		68-32			31-0

Рисунок 2.6 - «Безопасный уровень» в процентном отношении в зависимости от влияния опасных производственных факторов на СМР

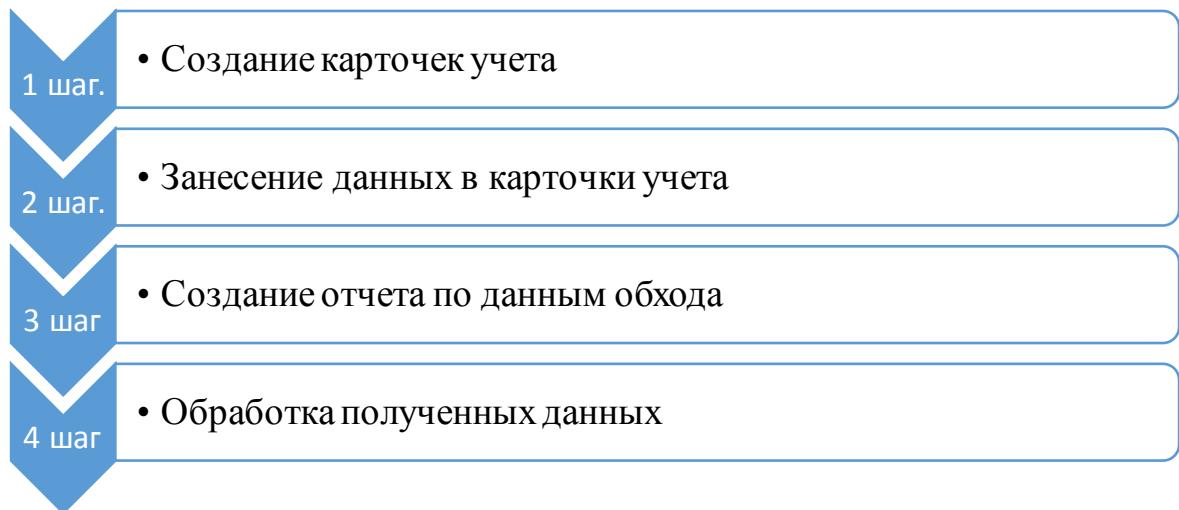
Таким образом, получены пограничные значения с привязкой к классам условий труда, которые могут быть выражены в процентах либо в долях единицы, и характеризуют уровень безопасности, выраженный в виде «Индекса безопасности строительства» (ИБС) как обобщенного показателя, характеризующего общее состояние на строительной площадке.

Также для выбора диапазона оценки уровня ОТ можно применить статистические данные о травматизме на производстве и данные ФСС (фонд социального страхования). Согласно статистике, рассмотренной в Главе 1, можно

отметить, что человеческий фактор является лидирующим фактором в травмирование работника, где организационные вопросы являются самыми главными. Таким образом можно предположить, что границы опасных зон в процентном соотношении достаточно четко могут отражать существующую картину уровня ОТ на проверяемых объектах.

2.2. Система мониторинга и управления степенью безопасности строительного производства

Алгоритм системы мониторинга уровня охраны труда на основе ВИМ-технологии укрупненно представлен на рисунке 2.7.



Шаг первый. На основе программных продуктов компании Autodesk и разработанной программы «Сателлит», позволяющей обрабатывать вносимые данные согласно заложенному в неё алгоритму (Приложение В), создаются карточки учета для занесения данных по обходу проверяемого объекта. Общий вид обхода по ОТ представлен на рисунке 2.8.

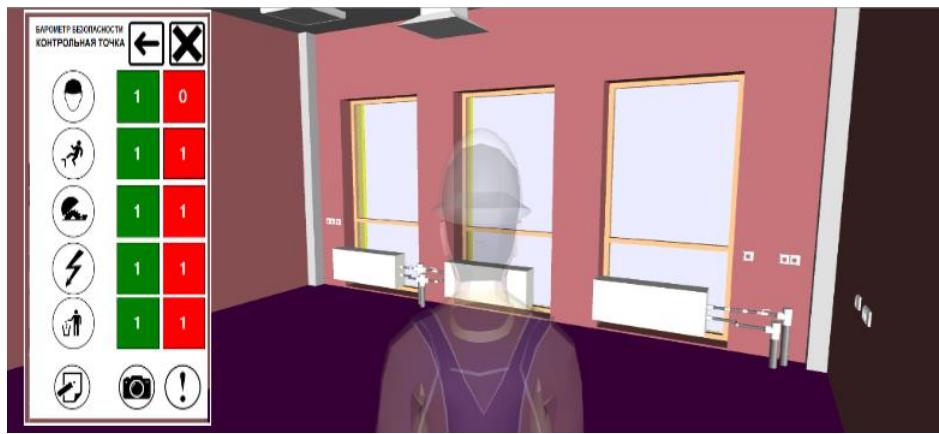


Рисунок 2.8 - Модель обхода по оценке уровня ОТ

Далее определяются ключевые критерии контроля, которые бы удовлетворяли максимальному количеству технологических процессов, происходящих на строительной площадке, где проверяется влияние ОиВПФ на человека и окружающую среду:

1. наличие опасных технологических процессов выполнения строительно-монтажных работ (технологический процесс);
2. наличие незащищенных участков (возможность падения), влияющих на травмоопасность на объекте (перепады по высоте);
3. опасное технологическое оборудование, применяемое в работе (технологическое оборудование, как механическое, так и пневматическое);
4. наличие нарушений по электрике (электрохозяйство);
5. захламление строительной площадки (строительный мусор);
6. человеческий фактор.

Выделенные критерии контроля проверяются согласно нормативной документации.

Шаг второй. Информация по обходу заносится в карточки учета. При этом программный комплекс сам определяет расположение инспектора в пространстве по GPS навигации. В карточку учета программируются необходимые ключевые критерии контроля, которые будут контролироваться на протяжении всего строительства. У каждой карточки учета есть свой идентификационный номер либо. (ID-код). В программе «Сателлит» есть возможность произвести фотосъемку

выявленного нарушения и прикрепить к карточке учета, на которой была произведена съемка (рисунок 2.9), при этом фотография получает такой же ID-код что и карточка учета.

Количество карточек учета назначается из расчета одна на 100м² (не больше) проверяемой площади (элементарный участок). В рассматриваемом примере была назначена одна карточка учета на одно помещение. Каждая карточка учета формирует данные контроля по выбранным ключевым критериям, в которых проводится оценка фактического влияния ОиВПФ на состояние всех технологических процессов, происходящих на проверяемом элементарном участке.

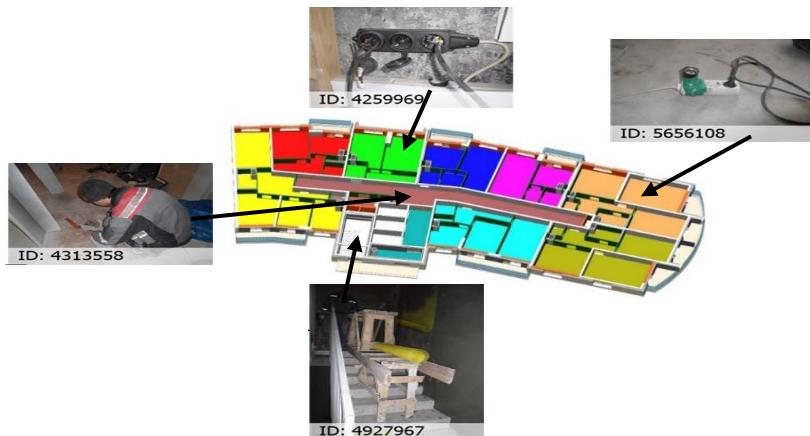


Рисунок 2.9 - Карточка учета с прикрепленной к ней фотографией

Оценка фактического состояния проверяемого участка элементарного участка отмечается как «Правильно» или «0» (если влияние ОиВПФ отсутствуют на проверяемом участке или их влияние соответствуют требованиям нормативной документации, СНиП, СП), и «Неправильно» или «1» (если не соответствуют). Чтобы оценить объективную ситуацию на проверяемом участке, необходимо выставлять обе отметки.

Шаг три. После занесения данных в карточку учета программа «Сателлит», согласно представленного алгоритма (рисунок 2.10) производит расчет.

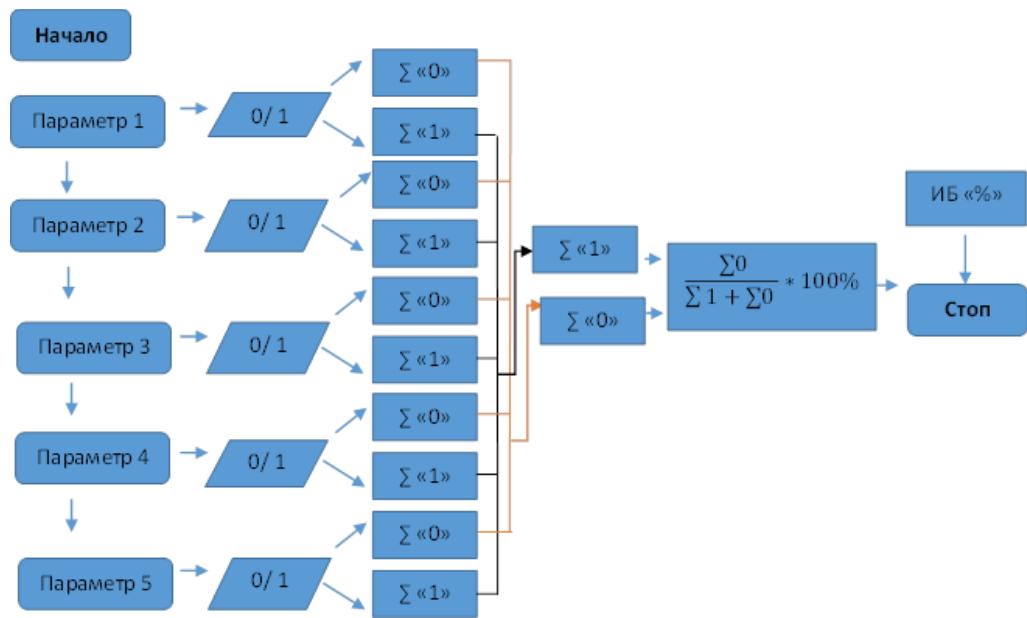


Рисунок 2.10 - Алгоритм расчета индекса безопасности строительства

Итогом данного расчета становится получение индекса безопасности. Результаты обхода программы «Сателлит» позволяет выгружать данные обхода в текстовый формат. В рассматриваемом примере результаты обхода были выгружены в программу Microsoft Excel, как представлено на рисунке 2.11.

Отчёт						
ID карточки учета	Критерии оценки					
	Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3	Критерий 4	Критерий 5	Критерий 6
4199594	0	0	1	0	0	0
4199659	0	0	1	0	0	1
4199686	0	0	1	0	0	1
4199731	0	0	0	0	0	1
4199770	0	0	1	0	0	0
4199809	0	0	0	0	0	1
4199848	0	0	1	0	0	1
4199897	0	0	1	0	0	0
4199922	0	0	1	0	0	0
4200020	0	1	1	0	0	1
4200069	0	0	1	0	0	0

Рисунок 2.11- Форма отчета после выгрузки занесенных данных по обходу

В выгруженной таблице (рисунок 2.11) отражены номер каждой карточки учета и пять критериев контроля. Количество отметок определяется исходя из того, сколько было обнаружено соответствий или несоответствий согласно нормативной документации.

Таким образом, расчет Индекса безопасности строительства (в процентах) происходит по следующей формуле:

$$\text{ИБ} = \frac{\Sigma^0}{\Sigma 1 + \Sigma^0} * 100\% \quad (2.5)$$

где: Σ^0 – сумма отметок «Правильно»;

$\Sigma 1$ – сумма отметок «Неправильно».

Шаг четыре. В результате выгрузки данных заложенный алгоритм в программе «Сателлит» вычисляет ИБС, по результатам которого можно видеть в каком классе условий труда находится проверяемый объект и соответственно какому уровню степени безопасности, согласно шагам 5 и 6 (рис. 2.4, 2.6) методики, соответствует.

Применение данного подхода позволяет произвести оцифровку проверяемого объекта. [118]. Отчет об уровне ИБС формируется программой автоматически и сразу отправляется на сервер к руководству компании. Параллельно с этим, программа выдает определенные рекомендации для поддержания общего уровня ИБС.

На рисунке 2.12 представлена динамика изменения ситуации на строительной площадке на протяжении пяти месяцев.

ГОД/МЕСЯЦ	Июль		Август		Сентябрь		Октябрь		Ноябрь	
	25	8	22	5	19	3	17	31	7	21
ИНДЕКС	68%	68%	70%	71%	69%	73%	75%	76%	79%	79%



Рисунок 2.12- Динамика Индекса безопасности строительства по месяцам года

Анализируя данные за пять месяцев, можно сказать что во второй половине июля и первой половине августа ИБС показал, что условия труда на проверяемом объекте достаточно опасные, но в переделах умеренного, в связи с чем необходимо провести организационные мероприятия, направленные на снижение травматизма среди работников. Далее ситуация выпрямилась и условия труда достаточно длительное время находились в допустимой зоне.

В представленном примере учтено 2711 карточек учета, при этом было произведено 3206 измерений (за один обход инженера), из них: 2084 являются положительными и 1122 отрицательными. Динамику изменения уровня Индекса безопасности строительства можно синхронизировать с графиком производства работ, что позволяет выявить виды работ, на которых происходит снижение ИБС, а соответственно и снижение уровня охраны труда. Динамика ключевых критериев, которые формируют общий индекс безопасности строительства, представлена на рисунке 2.13.

Технологический процесс	Технологич еский процесс	Перепады по высоте	Технологиче ское оборудовани е	Электрохозяй ство	мусор	Человеческий фактор	Итого
Действующий порог, %	70	70	70	70	70	70	70
Фактический порог, %	71	64	50	67	75	100	65

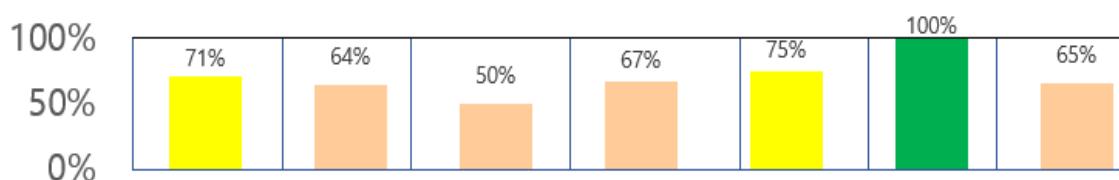


Рисунок 2.13- Динамика уровня безопасности по ключевым критериям контроля

На рисунке 2.13 можно видеть по каким направлениям идет ослабление позиций (выделено красным цветом), и соответственно, своевременно предупредить возникновение нежелательных событий. Каждый из этих ключевых

критериев можно представить в динамике, как показано на рисунке 2.12, и проанализировать зависимость влияния видов работ и их этапность на общую картину строительства и спрогнозировать ситуацию на строительной площадке на ближайшее время.

Следует отметить, что алгоритм представленного мониторинга степени безопасности строительного производства и уровня охраны труда является универсальным, так как позволяет назначить те ключевые критерии проверок, которые бы соответствовали тому или иному производственному процессу. При этом использование BIM-технологии позволяет интегрировать такие компоненты информационной среды как геометрические, геолокационные (физические) параметры, вычислительные комплексы, обеспечивающие функционирование системы и информационный фонд, который может содержать информацию о проверяемых критериях с возможностью выдавать рекомендационные данные.

2.3. Матрично-индексный подход в оценке состояния охраны труда на основе BIM-технологий

Опасность травм и несчастных случаев в строительстве настоятельно призывает Правительство более строго контролировать данное направление, принимая во внимание тот факт, что риск травмирования человека во время выполнения им производственных задач должны быть рассчитаны. Однако, несмотря на то, что согласно статистическим данным количество травмированных работников с годами неуклонно уменьшается, строительная отрасль по-прежнему занимает первые места среди наиболее опасных видов работ.

Математическое описание оценки влияния риска (ущерба) на работника заключается в разработке матрично-индексного подхода. Данный подход подразумевает то обстоятельство, что имеется риск или событие A, которое влечет за собой три варианта развития: S1 – смертельный случай, S2 – тяжелая травма, S3 – легкая травма. $A = \{S1: S2: S3\}$. При этом с каждым событием связана вероятность этого события $P_A(S_i)$ и сумма вероятностей всех событий:

$$P_A(A) = \sum_{i=1}^3 P_A(S_i) = 1 \quad (2.6)$$

Все события S_i принадлежат A и образуют полную группу вероятности $A = U(S_i)$, при этом вероятность события S_i при условии, что произошло событие A будет:

$$P_A(S_i | A) = P(S_i | A) / P(A) = P(S_i) \quad (2.7)$$

Пусть:

$\{A_i\}$ – множество из K событий A , каждое из которых является группой вероятностей $A = U(S_i)$, где каждое S_i зависит от A ;

ξ_{ii} – количество произошедших событий A_i ;

ξ – оператор, который представляет собой матрицу, где на главной диагонали размещаются ξ_{ii}

$$\xi = \begin{pmatrix} \xi_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \xi_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \xi_{kk} \end{pmatrix}$$

ξ_{ii} – количество событий i ;

i – событие (уйдем от обозначения A).

Предположим, что каждому событию $S_j(i)$ соответствует некая величина μ_i , под которой будем подразумевать некоторый ущерб, связанный с появлением события S_j при условии, что произошло событие i (помимо физического ущерба, возникает материальный, например, при плохой изоляции токоведущих частей электроинструмента, может испортиться сам инструмент), и запишем $\mu_i(S_j)$ – ущерб при возникновении события S_j при условии, что произошло событие i , т.е. каждому событию и каждому исходу соотносим свой ущерб.

Таким образом, общий ущерб от события S_j при событии i будет выглядеть следующим образом:

$$\xi_{ii} * \mu_i(S_j) * P_i(S_j). \quad (2.8)$$

Рассмотрим матрицу P распределения вероятностей событий i размерности $k \times 3$

$$P = \begin{pmatrix} P_1(S_1) & P_1(S_2) & P_1(S_3) \\ P_2(S_1) & P_2(S_2) & P_2(S_3) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ P_k(S_1) & P_k(S_2) & P_k(S_3) \end{pmatrix} \quad (2.9)$$

Сопоставим ей матрицу S ущербов, где каждый элемент $\mu_i(S_j)$ соответствует событию $S_j(i)$

$$S = \begin{pmatrix} \mu_1(S_1) & \mu_1(S_2) & \mu_1(S_3) \\ \mu_2(S_1) & \mu_2(S_2) & \mu_2(S_3) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_k(S_1) & \mu_k(S_2) & \mu_k(S_3) \end{pmatrix} \quad (2.10)$$

Рассмотрим произведение матрицы (P) и транспонированной матрицы (S) :

$$[P * S^T] = (P_i S_j) = \sum_{k=1}^3 P_i(S_k) * \mu_j(S_k) \quad (2.11)$$

размерность двух матриц ($k \times k$)

Элементы на главной диагонали $[P * S^T]$ соответствуют математическому ожиданию ущерба, возникающего при появлении события i , т.е.

$$\sum_{k=1}^3 P_i(S_k) * \mu_i(S_k). \quad (2.12)$$

Рассмотрим произведение ξ на $[P * S^T]$:

$$\begin{aligned} \xi * [P * S^T] &= \begin{pmatrix} \xi_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \xi_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \xi_{kk} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} PS_{11} & PS_{12} & PS_{1k} \\ PS_{21} & PS_{22} & PS_{2k} \\ PS_{k1} & PS_{k2} & PS_{kk} \end{pmatrix} = \\ &\left(\begin{array}{ccc} \xi_{11}PS_{11} & \xi_{11}PS_{12} & \xi_{1k}PS_{1k} \\ \xi_{21}PS_{21} & \xi_{22}PS_{22} & \xi_{2k}PS_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \xi_{k1}PS_{k1} & \xi_{k2}PS_{k2} & \xi_{kk}PS_{kk} \end{array} \right) \end{aligned} \quad (2.13)$$

Каждый элемент на главной диагонали такой матрицы

$$\xi_{ii}PS_{ii} = \xi_i * \sum_{k=1}^3 P_i(S_k) * \mu_i(S_k) \quad (2.14)$$

представляет собой произведение ущерба, возникшего от события i на число появления события i , что позволяет нам использовать значения главной диагонали для общей оценки ущерба от события i , т.е. $\xi_{ii}PS_{ii}$.

Таким образом для получения общей оценки ущерба (I_t) след матрицы $\xi * [P * S^T]$ – сумма диагональных элементов матрицы.

$$I_t = \text{tr.} (\xi * [P * S^T]) = \sum_{k=1}^k \xi_{ii}PS_{ii} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^3 P_i(S_j) * \mu_i(S_j) \quad (2.15)$$

Таким образом, получена количественная оценка ущерба здоровью, который может получить работник в результате воздействия опасностей и вероятности исхода события.

Предложенный матрично-индексный подход является универсальным, и может работать с любым количеством видов опасностей и любым количеством вариантов развития событий ущерба.

Получается, что предприятие разрабатывает под свое производство список опасностей, которые оно собирается контролировать и вычисляет вероятности их возникновения во время производственных процессов, а также последствия, которые могут оказаться на человеке. При этом расчет предполагает использование возможных материальных потерь от воздействия опасностей. Сравнительной базой для отслеживания условий труда могут являться запланированные расходы предприятия на данные мероприятия, при этом индекс оценки ущерба равен нулю и равен запланированным денежным затратам предприятия за год на обеспечение безопасных условий труда.

2.4 Выводы по второй главе

1. Исследование и анализ опасных и вредных производственных факторов на основе нормативного документа [51] позволил выявить и провести ранжирование опасных и вредных производственных факторов в зависимости от их влияния на строительно-монтажные работы.

2. По результатам ранжирования опасных и вредных производственных факторов определены зоны опасности вне зависимости от вида строительно-монтажных работ.

3. На основе распределения зон (границ) влияния опасностей появляется возможность ранжировать уровни безопасности (индекс безопасности строительства), которые характеризуют ситуацию по безопасности на строительной площадке.

4. Индекс безопасности строительства позволяет выявить процессы и факторы, наибольшим образом влияющих на безопасность труда, что даёт возможность проверяющим наиболее эффективно корректировать выбор защитных мер на строительной площадке.

5. Разработан матрично-индексный подход к оценке состояния охраны труда на основе BIM-технологии, благодаря которому, можно дифференцировать риски, оценить уровень вероятности их возникновения, а также прогнозировать варианты влияния этих рисков на человека или предприятие.

ГЛАВА 3. РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

3.1. Оценка условий труда и профессионального риска на основе индекса безопасности строительства

Управление профессиональными рисками – это комплекс взаимосвязанных мероприятий, являющихся элементами Системы управления ОТ и включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессиональных рисков. [120]. Основой для оценки и идентификации рисков являются стандарты управления охраной труда, в которых определены опасности и их вероятностная оценка.

Профессиональный риск – это вероятностная оценка последствия реализации события опасного для здоровья персонала. Оценка рисков и управление ими должны вписываться в систему менеджмента профессиональной безопасности в организации.

Процесс управления профессиональным риском, охватывает различные аспекты работы с риском, от идентификации и анализа риска до оценки его допустимости и определения потенциальных возможностей снижения риска посредством выбора, реализации и контроля соответствующих управляющих действий. Оценка профессиональных рисков применяется для обеспечения внедрения, функционирования, последовательного совершенствования и сертификации Системы менеджмента профессиональной безопасности. Задачами оценки риска являются, идентификация опасностей и риска, количественный расчет выявленных рисков и оценка, анализ рисков, организация мероприятий направленных на снижение рисков до уровня допустимого, доведение информации до работников об уровне риска на их рабочих местах, рекомендации по их уменьшению.

Определение и оценка риска являются собой цепь логических взаимосвязанных шагов, с помощью которых путем систематизации можно

определить опасности, возникающие во время трудового процесса. Целью всего этого является определения количественного показателя выявленных рисков.

Процесс выявления анализа и принятия решения по оценке и управлению рисками можно представить на рисунке 3.1, при этом сам процесс должен продолжаться до тех пор, пока риск не будет снижен до приемлемого уровня.

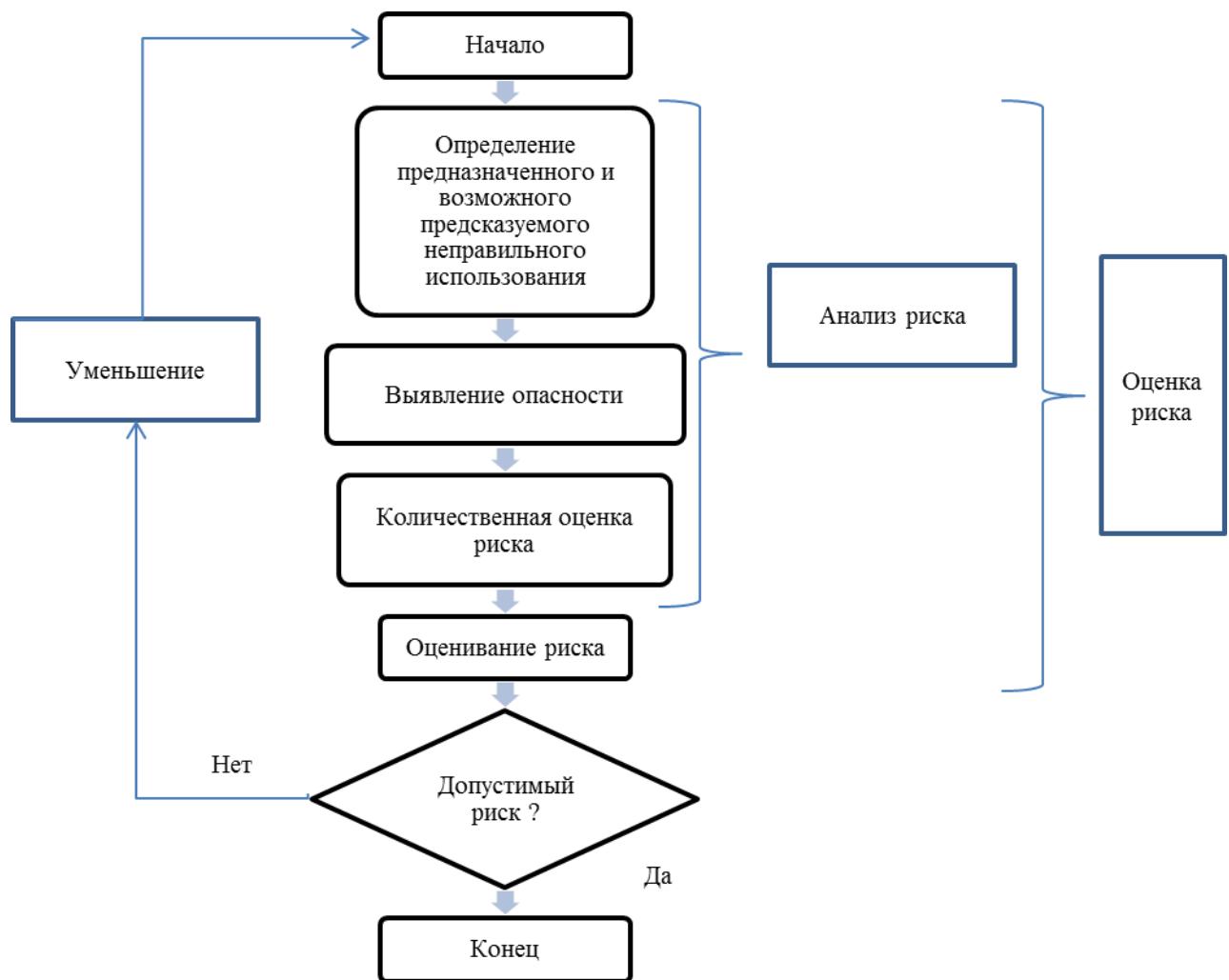


Рисунок 3.1- Интерактивный процесс оценки и уменьшения риска

В процессе оценки необходимо идентифицировать все имеющиеся опасности и опасные ситуации, связанные с производственной деятельностью для последующей их классификации и контроля относительно рабочих процессов. В качестве опасностей, представляющих угрозу жизни и здоровью работников, работодатель исходя из специфики своей деятельности, рассматривает их согласно нормативных документов (Приложение А).

Анализируя совокупность технологических процессов, а также производственных факторов, которые бы могли причинить вред жизни и здоровью работника, можно выделить следующие факторы:

- факторы оказывающие отрицательное воздействие на здоровье работника;
- факторы, которые являются нейтральными по отношению к человеку, однако, любое нарушение требований технологического процесса может негативно сказаться на работнике.

Совокупные производственные факторы, по результатам которых возможно оценить воздействие на жизнь и здоровье работника могут быть:

- факторы, приводящие к заболеванию; при этом имеется возможность накапливания и дальнейшего воздействия на организм работника, постепенно его травмирую;
- факторы, приводящие непосредственно к смертельному случаю, или повреждениям, которые человека превращают в инвалида.

Процесс идентификации и классификации опасностей – это наиболее важный этап, так как от действий специалиста в данном направлении зависит человеческая жизнь. Количественной оценкой опасностей является вероятность возникновения опасности. Основой определения вероятности являются статистические материалы по тем или иным видам опасностей, соответствующих специфике производственного процесса, опыт эксплуатации или строительства подобных объектов, информация о лучших практиках выявления, управления опасностей как за рубежом, так и у нас. Идентификация опасностей требует всестороннего рассмотрения опасностей, опасных ситуаций, событий, которые связаны с динамикой производственных процессов и которые воздействуют на работника организации, так и на специалистов смежных организаций и посетителей предприятия.

Выявление опасностей предполагает *систематический мониторинг* проверяемых участков, а также анализ вновь поступившим данным по аварийным

ситуациям или несчастным случаям на аналогичных производственных процессах, во избежание повторенья ситуации на своем предприятии.

При идентификации опасностей рекомендуется сформировать «единый реестр опасностей» в котором описать источники и последствия влияния опасностей на работника, а также указать область распространения этих опасностей.

Для реализации процесса мониторинга необходимо привлечение квалифицированных специалистов, которые знают специфику производства, или сформировывать рабочие группы из числа работников. В состав рабочих групп могут привлекаться руководители структурных подразделений, специалисты в области ОТ, представители служб главного механика, главного энергетика, главного технолога, представители подрядных организаций и др.

Для уменьшения травматизма в условиях строительной площадки необходимо налаживать коммуникационные связи между всеми участниками проекта, а это проектировщик – организация строительства – строители (рисунок 3.2), т.е. необходимо уже на этапе проектирования разрабатывать мероприятия для снижения травматизма, которые будут дополнены организационными мероприятиями и далее будут соблюдаться строителями. Поэтому следует рассчитывать прогноз индекса травматизма с учетом степени риска его возникновения.

Для реализации этой задачи современный инструментарий, которым вооружены проектировщики, позволяет смоделировать и предотвратить опасные ситуации еще на этапе проектирования.

Рассмотрим несколько вариантов применения BIM-технологии в вопросах планирования безопасных условий труда.

На этапе разработки ПОС, при расстановке башенных кранов использование информационных технологий позволяет визуализировать границы зоны обслуживания башенного крана и границы где опасно нахождение людей во время перемещения, установки и закрепления элементов и конструкций здания (рисунок 3.3).

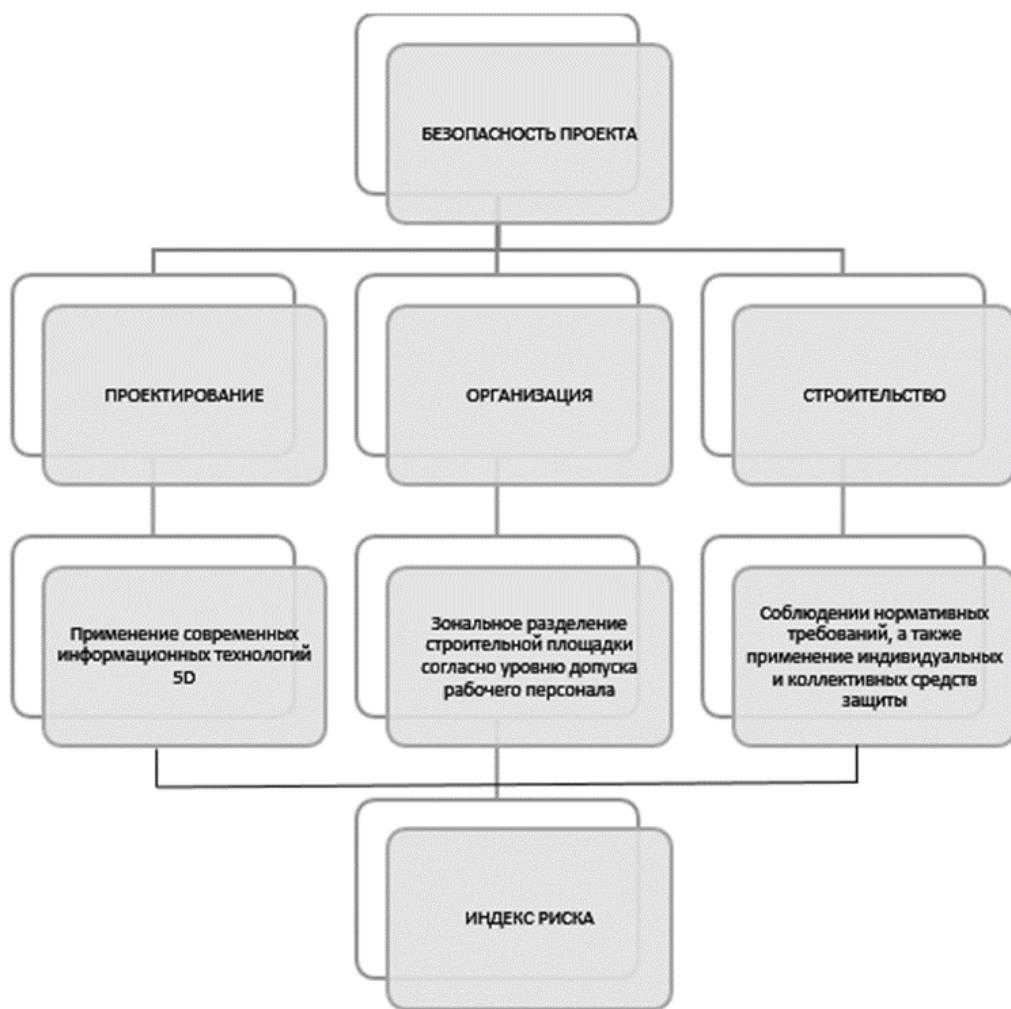


Рисунок 3.2- Схема распределения ответственности за безопасное строительное производство на каждом из путей реализации проекта.

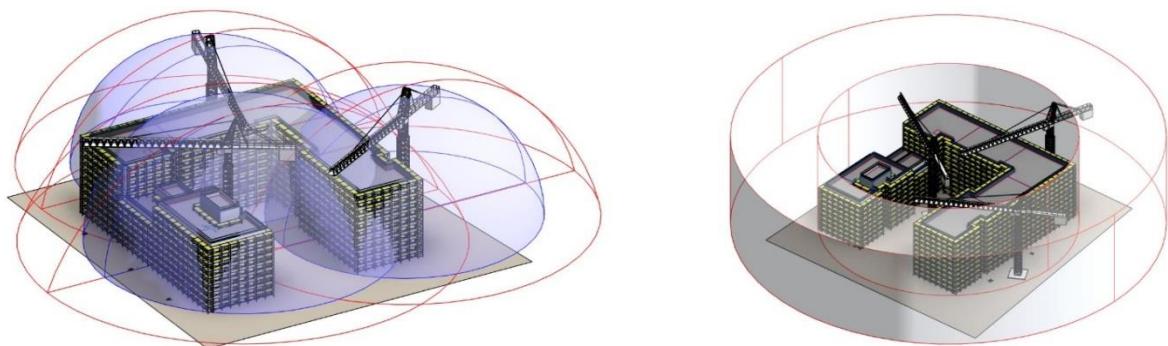


Рисунок 3.3- Пример определения опасных зон работы башенных кранов

Таким образом на этапе строительства в сочетании со специальными датчиками на стреле крана и датчиками со звуковым зуммером появилась

возможность заранее предупреждать работников о том, что они находятся в опасной зоне производства работ.

Следующим фактором следует отметить падение, поскольку данный фактор лидирует по числу смертельных случаев на производстве (согласно статистики, представленной в первой главе). Меры по защите от падения разрабатываются во всех проектах, как, например, различные типы безопасных ограждений, которые планировалось использовать; ограждения обычно отмечались в 2D-планах разными цветами и символами. BIM-технология позволяет заранее планировать рабочие процессы происходящие на открытых участках, а также визуализировать устройства временных ограждения на этих участках, т.е. заранее прорисовать вариант ограждения на открытых участках с привязкой к материалу, календарному графику с разграничением ответственности среди подрядных организаций (рисунок 3.4).

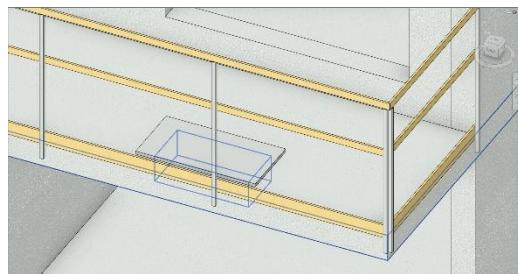


Рисунок 3.4-Пример прорисовки временного ограждения и настила в 3D

Инспектор по безопасности на дату обхода может проверить в любой точке выполнение требований правил безопасности и найти ответственных за их неисполнения.

Таким образом, современное строительство трудно представить без использования информационных технологий, но вопросы безопасности по-прежнему стоят остро. BIM-технологии позволяют интегрировать в себя весь процесс реализации проекта от создания эскиза будущего здания, до его последующего демонтажа, но не маловажен тот факт, что на каждом из этапов реализации проекта сегодня прорабатываются вопросы, направленные на обеспечение жизни и здоровья работников.

Применение цифровых технологий позволяет интегрировать все те изменения ситуации на строительной площадке, вопросы которых касаются

обеспечения безопасных условий труда. Разработка и внедрение цифровых технологий в ОТ и применение их на строительных площадках, даст ощутимые результаты для компании, что повысит её конкурентоспособность, а также позволит снизить травматизм, и, тем самым, повысить производительность труда. Однако, анализируя данные по травматизму и готовности компаний к внедрению цифровых технологий, можно сказать, что компании пока далеки от этого, и лучшим результатом остаётся обеспечение контроля за ОТ должным образом.

Очевидно, что лучшим контролем производственного травматизма в условиях строительной площадки является регулярный, систематический контроль всех строительных процессов в рамках реализации проекта. Однако, при больших площадях застройки и объемах строительства, а тем более при большом количестве подрядных организаций, контроль ОТ со стороны ответственных лиц становится проблематичной задачей. [18,72,121] Систематический контроль является неотъемлемой частью любого технологического производства, в том числе и строительного.

Рассмотрим системы контроля ОТ с применением индекса безопасности, который основан на ВМ-технологии [93,102,113].

Важным преимуществом данного подхода является возможность мониторинга на объектах всей ситуации в динамике, отслеживая каждый из шести ключевых критериев контроля, рассмотренных в п.2.2.

В качестве примера рассмотрим проект ЖК «Самоцветы» (г. Санкт-Петербург), корпус 4, реализация которого началась в 2016 году. На рисунке 3.5 можно видеть, что в начальный период реализации проекта индекс безопасности строительства был равен 85%. Однако, по мере того, как начался новый строительный процесс, индекс существенно упал до 76%, но остался выше минимально допустимого уровня (75%). Основной причиной этого снижения является сложный процесс адаптации подрядных организаций, принимающих новый фронт работ на объекте.

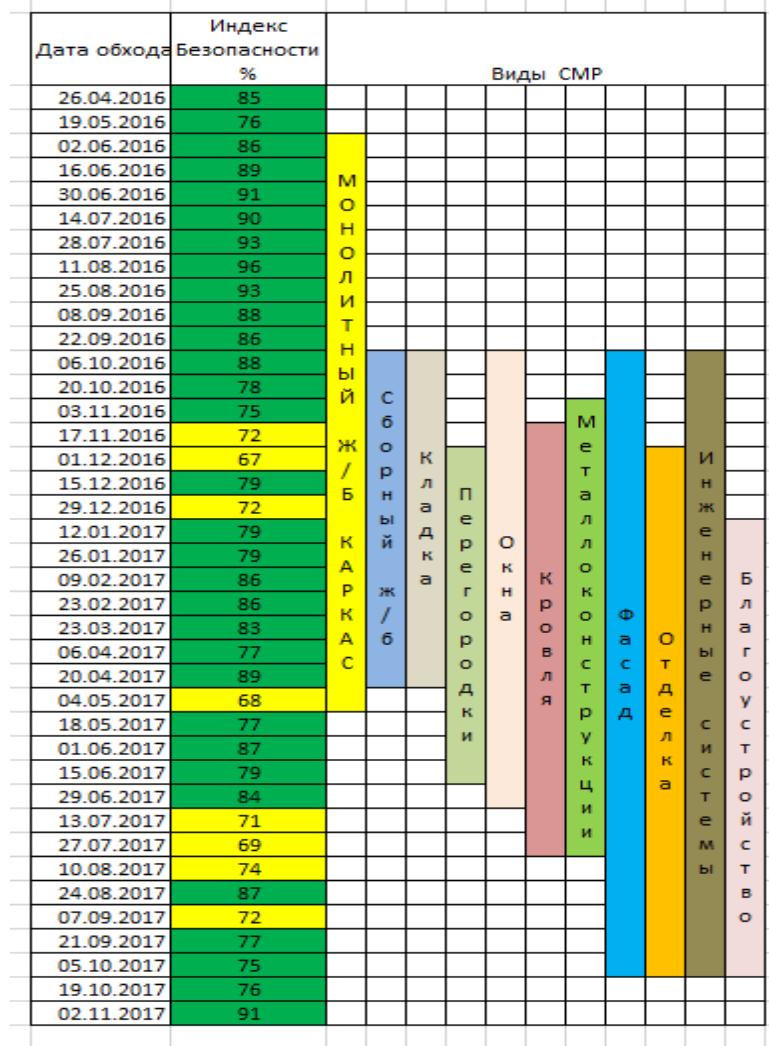


Рисунок 3.5 – Динамика Индекса безопасности строительства на ЖК «Самоцветы», корпус 4

После завершения процесса адаптации и наладки производственных процессов идет повышение индекса безопасности строительства, далее он держится на достаточно высоком уровне, так как сотрудники включаются в систему данного контроля и осознают его значение. Это видно на примере начала работ по монолиту и сборному железобетону. Далее в процесс включаются новые подрядные компании, которые занимаются возведением стен, монтажом окон, установкой металлоконструкций, фасадами, инженерными коммуникациями. Видно, что монолитный каркас корпуса частично выполнен и на данном этапе сосредоточено значительное количество рабочих ресурсов.

С каждым новым приходом подрядных компаний индекс безопасности строительства падает, но ответственным лицам за ОТ удается им управлять и поддерживать его выше минимально допустимого значения. После того как на объекте строительства были проведены необходимые мероприятия, направленные на снижение травмоопасности и рисковых ситуаций, наблюдается повышение индекса безопасности строительства. Рассматривая этап СМР на завершающей стадии, было замечено, что индекс безопасности строительства начинает падать и это сигнализирует о том, что необходимо принять меры, направленные на повышение уровня ОТ на данной строительной площадке.

Принимая во внимание то, каким образом меняется динамика Индекса безопасности строительства в зависимости от этапов реализации СМР, ответственными лицами за ОТ были проведены оперативные мероприятия, направленные на повышение уровня ОТ на последующих объектах, в частности, на объекте ЖК «Дом на Обручевых» (г. Санкт-Петербург), который в данный момент находится в стадии реализации (рисунок 3.6). Как можно видеть из значений уровня Индекса безопасности строительства на объекте ЖК «Дом на Обручевых» при последовательной реализации разных видов строительно-монтажных работ наблюдается положительная динамика. Однако, существует и вероятность что отсутствие динамики в течении месяца Индекса безопасности строительства может сказался кумулятивный эффект, где можно наблюдать как резкое повышение индекса безопасности, так и резкое понижение. Таким образом, в процессе мониторинга состояния ОТ была выявлена зависимость значения Индекса безопасности строительства от различных этапов строительного процесса и видов производимых работ.

Применение Индекса безопасности строительства позволяет контролировать уровень ОТ на объектах строительства на всех этапах выполнения СМР, а также контролировать производственные процессы и выявлять опасные производственные факторы на строящемся объекте в динамике.

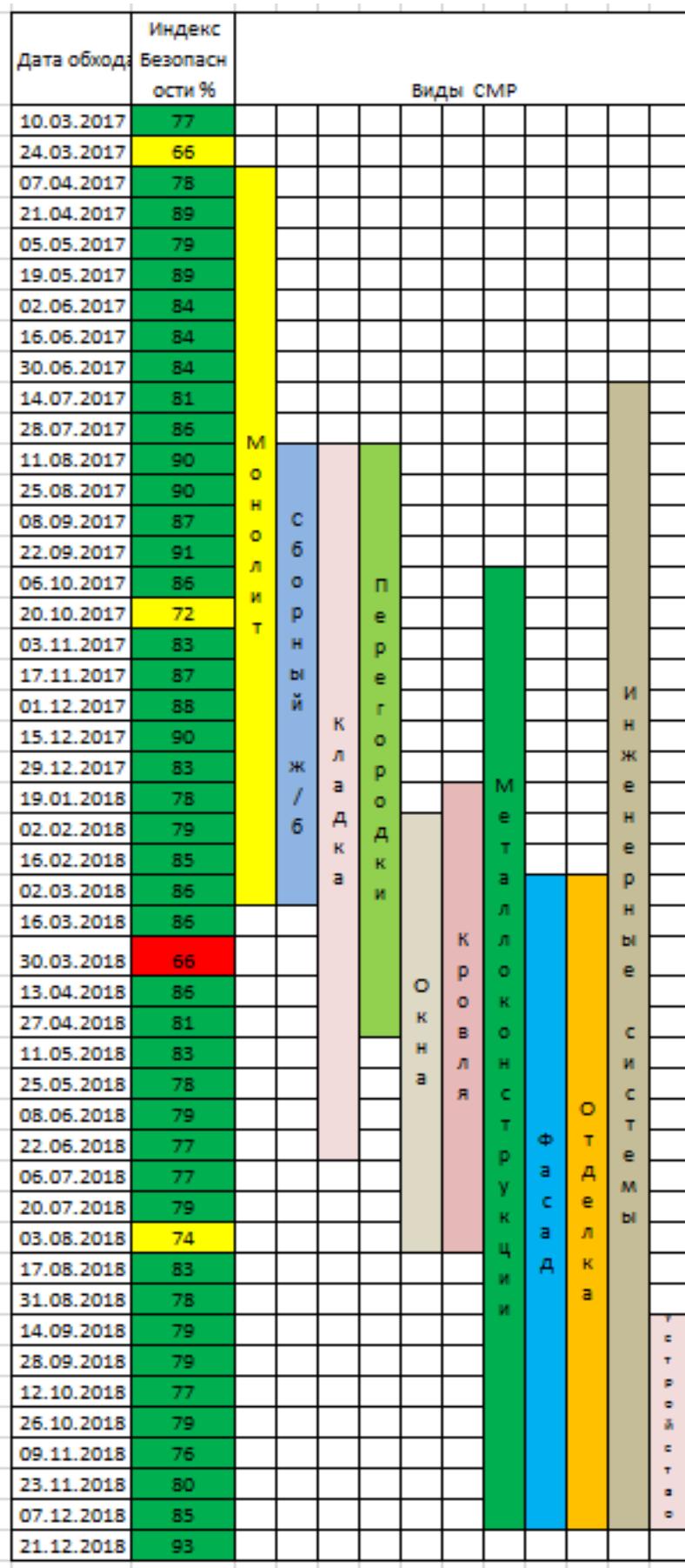


Рисунок 3.6 – Динамика Индекса безопасности строительства на ЖК «Дом на Обручевых»

3.2. Риск-ориентированный подход с расчетом индекса профессионального риска

Мониторинг состояния ОТ позволяет оперативно реагировать на начальных этапах производства работ и поддерживать нужный уровень индекса безопасности строительства, но при постоянном высоком уровне Индекса безопасности строительства начинает «замыливаться» глаза у ответственных лиц и люди чисто психологически все меньше уделяют внимания мелочам который могут привести к тяжелым последствиям. Тем более что влияние опасных производственных факторов является сложным процессом, так как они подчинены определенным ситуациям, событиям, которые формируются под действием многих причин при производственных процессах и приводят к рискам. В таком случае необходимо выявить действующие опасные и вредные производственные факторы, определить их вероятность возникновения, степень их воздействия на рабочих во время производственных процессов, а также последствия этого воздействия.

Для решения этой проблемы был разработан и применен на площадках Группа «Эталон» матрично-индексный подход (МИП) к оценке состояния охраны труда при интеграции его с методом Файна-Кинни. Данный метод стал серьезным дополнением к существующей системе индекса безопасности строительства. Недостатки данного метода было решено устранить следующим способом. Первый недостаток указывающий на субъективность суждения был решен при помощи качественного обучения работников и дальнейшей практической работы с высококвалифицированными специалистами, второй – отсутствие стандартизированной анкеты – был решен её разработкой.

В каждый из шести ключевых критериев контроля, отслеживающихся по индексу безопасности строительства, было добавлено несколько возможных опасностей, приводящих к рисковым ситуациям, а также последствий, которые бы отражали эти опасности в динамике трудового процесса (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Факторы с критической степенью риска

Критерии контроля	Опасности, приводящие к рисковым ситуациям	Последствия
Технологический процесс	Не использование средств индивидуальной защиты при использовании пневмо-электрического инструмента. Отсутствие освещения на рабочем месте. Нарушения установки фасадных лесов. Использовании дефектных лестниц, подмостей, вышек, не отвечающие заводским требованиям. Отсутствие таблички с датой следующего испытания.	Причинение ущерба жизни или здоровью. Утомляемость. Потеря внимания, снижение реакции, заболевания органов слуха и опорно-двигательной системы. Причинение ущерба жизни или здоровью, связанное с опорно-двигательной системой человека.
Перепады по высоте (всё, что упадет на рабочего или сам рабочий)	Лифтовые шахты. Перепад высот отрицательный (глубина). Перепад высот положительный (высота). Отсутствие отбортованной доски на рабочем горизонте. Обрушение стенок грунтовых выемок. Отсутствие ограждения на переходных участках, расположенных выше 1,8 м. Падение предметов на человека	Причинение ущерба жизни или здоровью. Нарушение технологического процесса.
Технологическое оборудование (механическое, так и пневматического)	Использование дефектного механо-, пневмо- и ручного инструмента. Самовольное изменение конструкций подъемных механизмов, не предусмотренное заводом изготовителем. Организация работы при погрузо-разгрузочных работах	Причинение ущерба жизни или здоровью. Ущерб имуществу Нарушение технологического процесса.
Электрохозяйство (Электроинструмент, электрощиты, провода)	Нарушение изоляционного слоя кабелей. Расположение электрокабелей в воде. Использование дефектных розеток и штепсельных вилок. Нарушение при подключении электрокабелей. Использование электроинструмента с дефектным подводящим электрическим кабелем.	Причинение ущерба жизни или здоровью, связанное с электротравмой. Пожар. Ущерб имуществу
Порядок, уборка мусора (Строительный, Бытовой)	Повышенная запыленность. Загрязненность рабочего места. Загромождения проходов. Загрязнение бытовых городков	Заболевания органов дыхания и зрения. Причинение ущерба жизни или здоровью.
Человеческий фактор	Алкогольное, наркотическое опьянение. Противозаконные действия (воровство, вандализм, физическое насилие).	Нарушение технологического процесса. Причинение ущерба жизни или здоровью себе и окружающим. Ущерб имуществу.

Далее для расчета количественной оценки факторов риска была модернизирована существующая система расчета риска Файна-Кинни и приняты новые численные показатели составляющих риска (таблица 3.2). Таким образом, были удалены «расплывчатые» понятия как «Вряд ли возможно» или «Иногда», что позволили более точно конкретизировать влияние риска в динамике производственного процесса.

Таблица 3.2 – Определение степени риска

Баллы	Вероятность	Баллы	Воздействие	Баллы	Последствие
9	Высокая	9	В течении длительного времени	16	Травма с возможностью смертельного случая
3	Значительная	3	При производстве работ (в течении дня)	12	Потеря трудоспособности на длительный срок
0,4	Умеренная	0,8	Краткосрочное	3	Временная потеря трудоспособности

Для определения индекса профессионального риска методом Файна-Кинни применяется формула 3.1, произведения трех составляющих риска (в баллах):

$$\text{Риск} = \text{Вероятность} \times \text{Воздействие} \times \text{Последствия} \quad (3.1)$$

где: *Вероятность* – характеризует вероятностную шкалу воздействия опасного фактора на работника в условиях опасной ситуации;

Воздействие – характеризует частоту возникновения опасной ситуации;

Последствия – характеризуют тяжесть последствий в случае реализации опасной ситуации.

Поскольку есть возможность учесть реальное время работы на конкретных строительных участках, а также численность рабочих и степень ущерба, то таблицу 3.2 можно привести к виду (таблица 3.3):

Таблица 3.3– Определение индекса травматизма в зависимости от P_i

R_j , баллы	Шкала Вероятности риска	Время выполнения работы, t	Частота возникновения несчастных случаев, на 1000 чел., P_i	Степень повреждения человека, S_i	Последствия	Уровень условий труда
9	Высокая		0,2	S_1	Травма с возможностью смертельного случая	Опасный
3	Значительная		0,6	S_2	Потеря трудоспособности на длительный срок	Вредный
0,4	Умеренная		6	S_3	Временная потеря трудоспособности	Допустимый
0	Безопасный уровень		-	-	-	Оптимальный

Ниже будут рассмотрены параметры данной таблицы.

При проведении обхода, программа «Сателлит» позволяет напротив любого критерия контроля, открывать окно, в котором описаны факторы, приводящие к рисковым ситуациям (таблица 3.4), далее выбирается один или несколько факторов, и при нажатии на фактор выпадает новое окно, в котором необходимо оценить *Вероятность / Воздействие / Последствия* (таблица 3.2).

Таблица 3.4 – Факторы с критической степенью риска для здоровья и жизни на стройплощадке *

Факторы риска с критической степенью опасности			Шкала Вероятности риска, баллы (R_j)
1	2	3	4
1	Открытые лифтовые шахты при любом виде работ на этаже.	Данный риск рассматривается как совокупность (комплекс) факторов, которые включают в себя такие элементы, как отсутствие ограждения и настила в лифтовой шахты рабочего горизонта.	3
2	Отсутствующие защитные ограждения на переходных балконах.	Оценка по риску ставится за отсутствие защитных ограждений на переходном балконе секции, а также наружных переходных мостиков между секциями при их наличии.	3

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4
3	Производится армирование перекрытия без установленных защитных ограждений на высоте выше 1,8 м.	На не ограждённом перекрытии (или частично огражденном) не допускается работа по армированию перекрытия.	3
4	Не ограждённая опасная зона (под люльками и т.п.).	Оценивается зона производства работ под люлькой или подъёмником только в положении, когда оборудование находится в работе, т.е. на высоте.	0,4
5	Отсутствие лестничных маршей на монтажном горизонте и на этажах ниже.	Если, при отсутствии лестничных маршей доступ к проёму в МОП или на монтажном горизонте закрыт защитным ограждением, то риск не считается, в противном случае, риск считается.	3
6	Неиспользование страховочных систем при работах на не огражденных участках на высоте более 1,8м.	Оценивается работа без использования страховочных систем на подъемниках и люльках (независимо от наличия на них ограждений).	3
7	Использование ненадежной точки крепления.	Оценивается способы крепления страховочной системе, работая на высоте более 1,8 м. (Крепление при армировании допускается только к жесткой части арматурного каркаса). Также необходимо обращать внимание на качество крепления анкерной линии.	3
8	Сброс строительного мусора с этажей строящегося здания.		3
9	На подъемном сооружении выявлены технические неисправности.	Для отметки риска достаточно наличие одного из перечисленных неисправностей.	3
10	Несанкционированные изменения в конструкции подъемного сооружения.	Любое изменение конструкции подъемного сооружения должно подтверждаться наличием отдельного листа в ППР со схемой крепления..	3
11	Отсутствие соответствующих массе и типу перемещаемых грузов съемные грузозахватные приспособления или они неработоспособны.	К съемным грузозахватным приспособлениям относятся стропы, траверсы, захваты. Канатные, текстильные и цепные стропы должны снабжаться клеймом илиочно закрепленной биркой с указанием: порядкового номера стропа по системе нумерации завода-изготовителя; грузоподъемности стропа в тоннах; даты испытаний (месяц, год).	3
12	Не выполнены мероприятия по безопасному ведению работ, что может привести к аварии или угрозе жизни людей.	Оценивается только за работу с подъемным оборудованием, но и за другие средства механизации с нарушениями правил эксплуатации. К ним относятся строительные машины, транспортные средства, домкраты, лебёдки, станции прогрева бетона и др.	3

Окончание таблицы 3.4

1	2	3	4
13	Отсутствуют данные о проведенном техническом освидетельствовании подъемного сооружения.	Ставится одна оценка риска.	0,4
14	Не установлены анкера на лесах, высотой более 6 м. Оценки выставляются пярусно по каждой захватке.	Захваткой считается три вертикальных пролета, ярусом также три яруса лесов. Таким образом, по данному фактору возможно несколько оценок.	3
15	Использование случайных средств подмашивания.	Оценка происходит в том случае, если используются дефектные подмости, стремянки или лестницы. А также случаи увеличения высоты инвентарного оборудования с помощью случайных средств.	3
16	Нештатное подключение к электросети.	Под нештатным подключением подразумевается эксплуатация розеток, рубильников, вилок и других электроустановочных изделий с видимыми повреждениями и нарушениями изоляции.	0,4
17	Неосвещенный рабочий проход с открытым проемом.	Оценивается совокупность двух факторов.	0,4
18	Изоляция электрических кабелей выполнена случайными материалами.	Под случайными материалами понимается любой материал, кроме специальной электроизоляционной ленты (ХБ (черная тканевая) или ПВХ (цветная)).	0,4
19	Расположение кабелей в воде.	Риск отмечается не зависимо от наличия или отсутствия напряжения в сети в момент оценки.	3
20	Расстояние между кислородными баллонами и маслосодержащими веществами менее 5м.	Помимо маслосодержащих веществ к этому пункту также относятся любые плёнкообразующие вещества с высокой огнеопасностью (краска, олифа, пропитка, битумная мастика, дизельное топливо, бензин).	3
21	Ненадлежащим образом не организован/не осуществлялся производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности	Выявлены дефекты на грузозахватных приспособлениях. На подкрановой таре отсутствует маркировка. Видимые следы дефектов стропов и чалок. Отсутствует ограждение крана, а также сигнальных огней указывающий опасную зоны работы крана. Свободный доступ к токоведущим частям крана.	3
22	Отсутствуют ответственные специалисты по промышленной безопасности.	Отсутствие ответственного за безопасное производство погрузочно-разгрузочных работ	9

* данный перечень не является конечным и может быть дополнен

Программа автоматически суммирует баллы. При получении 9 баллов и выше, принимается максимальный балл вероятности, равный 9. Инспектор, работая с модернизированной программой «Сателлит» отмечает факторы, приводящие к рисковым ситуациям того или иного из шести критериев контроля.

Применим матрично-индексный подход, рассмотренный во второй главе, для определения степени влияния рискового события на здоровье работника, при этом, не рассматриваем материальный ущерб, причиненный влиянием риска.

Для расчета коэффициента частоты несчастных случаев K_f используют следующую формулу [123,124]:

$$K_f = (HC_j / Ч_j) * 1000 \quad (3.2)$$

где HC_j – количество несчастных случаев на j ой площадке;

$Ч_j$ – численность на j ой строительной площадки.

Используя данный подход, перейдем к описанию индекса травматизма.

Рассматривая три варианта развития событий, привяжем к среднему годовому выражению травматизма в строительстве, обозначая [122]:

S_1 – случай со смертельным исходом,

S_2 – тяжелый случай,

S_3 – легкий случай.

Расчет происходит на основе показателей матрицы P_i (частота возникновения несчастных случаев, на 1000 чел.; $P_1 = 0,2/1000$, $P_2 = 0,6/1000$, $P_3 = 6/1000$) и Si – степень повреждения человека – «ущерб» (уровень влияния ОиФПФ на здоровье человека).

Матрично-индексный подход в оценке влияния риска на работника применен в зависимости от временной продолжительности работ, количества работающих, вероятности возникновения опасного фактора:

$$Imc = \sum_{i=0}^n P_i * Si, \text{ где} \quad (3.3)$$

где Imc – средний индекс травматизма на 1000 чел. за 1 год; индекс травматизма на строительном объекте пересчитывается с учетом численности работников и продолжительности выполнения работ;

P_i – частота возникновения несчастных случаев с i м исходом;

S_i – степень повреждения человека, «ущерб».

Индекс травматизма на $j^{\text{ом}}$ участке

$$Imc_j = Imc * Q_j / 1000 * t, \quad (3.4)$$

где t – рабочее время за год;

Q_j – трудозатраты на $j^{\text{ом}}$ участке.

Индекс травматизма Imc может быть превышен или снижен с определенной вероятностью (в условиях реального производства).

Для оценки этой вероятности вводятся показатели:

R_j – вероятность риска в баллах (таблица 3.4),

Rnp_j – приведенная вероятность риска на $j^{\text{ом}}$ участке для получения общей вероятности риска на строительном объекте $Rобщ$:

$$Rnp_j = R_j * Q_j / Qобщ, \quad (3.5)$$

$$Rобщ = \sum Rnp_j, \quad (3.6)$$

где $Qобщ$ – общие трудозатраты на объекте

Время t – доля от года, рассчитывается, например, для рабочей недели: 5 /247 (рабочих дней в году) = 0,02.

Например, в ходе мониторинга были выявлены следующие риски:

Номер риска (таблица 3.4)	Показатели Вероятности, R_j , баллы (таблица 3.4)	Кол-во рисков	Q_j , чел.-дн.	Приведенный риск, $R_{прj}$
4	0,4	2	182	0,0036
			72,8	0,0015
6	3	1	109,2	0,0165
7	3	1	72,8	0,0105
13	0,4	1	72,8	0,0015
18	0,4	2	70	0,0014
			70	0,0014

$Qобщ = 20000$ чел.-дн., общая численность – 133 чел.

Для рассмотренных работ $\Sigma R_{прj} = 0,0364$ (вклад в $Rобщ$).

Доля рассмотренных работ $\varphi = \Sigma Q_j / Qобщ = 649,6 / 20000 = 0,032$.

Уровень вероятности для рассмотренных работ $R_{раб} = \Sigma R_{прj} / \phi = 0,0364 / 0,032 = 1,14$ – показатель вероятности риска между «умеренной» и «значительной» оценками.

Индекс травматизма:

S_i	S_1	S_2	S_3
Itс	0,027	0,08	0,8

Можно видеть, что в среднем, при данной численности (133 чел.) случай S_1 может произойти раз на 37 подобных объектах. При плохой организации охраны труда, характеризующейся высоким уровнем $R_{раб}$, эти случаи будут происходить чаще.

Представленный подход к оценке влияния риска на работников с учетом времени производства работ и количества работников, подвергающихся риску, позволил модернизировать метод Файна-Кинни. Удалось выявить именно «вес» влияние риска непосредственно на работников, выраженный в коэффициенте приведенного риска ($R_{прj}$), а использование BIM-технологий позволило более точно определить их влияние и дифференцировать риски на прямые и косвенные.

Отметим, что новые подходы, прошедшие верификацию и подтвердившие свою эффективность при практическом использовании для анализа расчета индекса травматизма как дифференциального показателя по предлагаемой методике, показали свою информативность и эффективность при планировании мероприятий по снижению травматизма на строительных объектах.

Для внедрения такого подхода необходимо выполнить следующие действия: построить матрицу P_{ji} и S_i при этом:

- определить вероятность возникновения ОиВПФ на рабочих местах;
- установить степень ущерба жизни и здоровью работника от действия выявленных ОиВПФ.

В результате расчета может быть получен средний индекс травматизма с учетом вероятности риска возникновения события в баллах. Результирующая статистика по травматизму на строительных объектах позволит оценить состояние

охраны труда, по сравнению со средними показателями по отрасли, и принять необходимые меры.

3.3. Страхование строительно-монтажных рисков на основе BIM-технологии

Учитывая масштабы применения технологии BIM в строительстве и страховании рисков, были проанализированы данные о травматизме в строительстве.

Строительная отрасль занимает 4 место (после торговли, обрабатывающей промышленности и торговли) или 8,4% по занятости, где до 20% рабочих поступает из стран СНГ. [125] По статистике, более 76% иностранных граждан из стран СНГ работают на территории России, при этом, у 18% имеются разрешение на работу, из которых 41% работников находятся в возрасте 18-29 лет.

В то же время данные по травматизму показывают, что в 2015 году при строительстве зданий и сооружений погибло 217 человек. Причинами травматизма являются нарушения норм и правил промышленной безопасности, а также полного доступа к технической документации при производстве работ.

Рассматривая статистические показатели производственных рисков и производственного травматизма [55], можно сделать вывод о том, что, начиная с 2008 года общее снижение травматизма происходило лавинообразно по всем показателям, но начиная с 2015 года, такие показатели, как: травматизм со смертельным исходом и получение травм с утратой трудоспособности на 1 день и более, снижаются незначительно. Также, статистика показывает, что показатель «утраты трудоспособности на 1 день и более» достаточно значительный, следовательно, требует более подробного исследования.

Рассматривая связь выявленных (регистрируемых) происшествий и скрытых по результатам исследования в мировой практике, были предприняты попытки изучить соотношения происшествий с различными последствиями для анализа связи между крупными и мелкими опасными событиями. В итоге, были сделаны выводы, о том, что события более тяжелые регистрировались реже, чем события

менее травматичные (сокрытие). Выявлена большая вероятность того, что опасное событие и мелкое происшествие в любое время может перерасти в крупное, тяжелое. Исходя из этих данных, можно предположить, что количество травм которые потенциально не регистрируются, а устраняются на месте (в сумме это опасные действия, которые превышают порядка в 10 раз регистрируемые), в любое время могут привести к тяжелым последствиям.

Очевидно, что предотвращение самых легких происшествий, опасных действий поможет снизить количество тяжелых, а порой и смертельных случаев. Таким образом движение в риск-ориентированном подходе является важным звеном в обеспечении безопасных условий труда. Рассматривая пирамиду несчастных случаев и модель приемлемого риска, можно видеть, что они показывают уровни риска с количеством опасных действий на подконтрольных объектах. На рисунке 3.7 показана связь пирамиды несчастных случаев с моделью приемлемого риска.

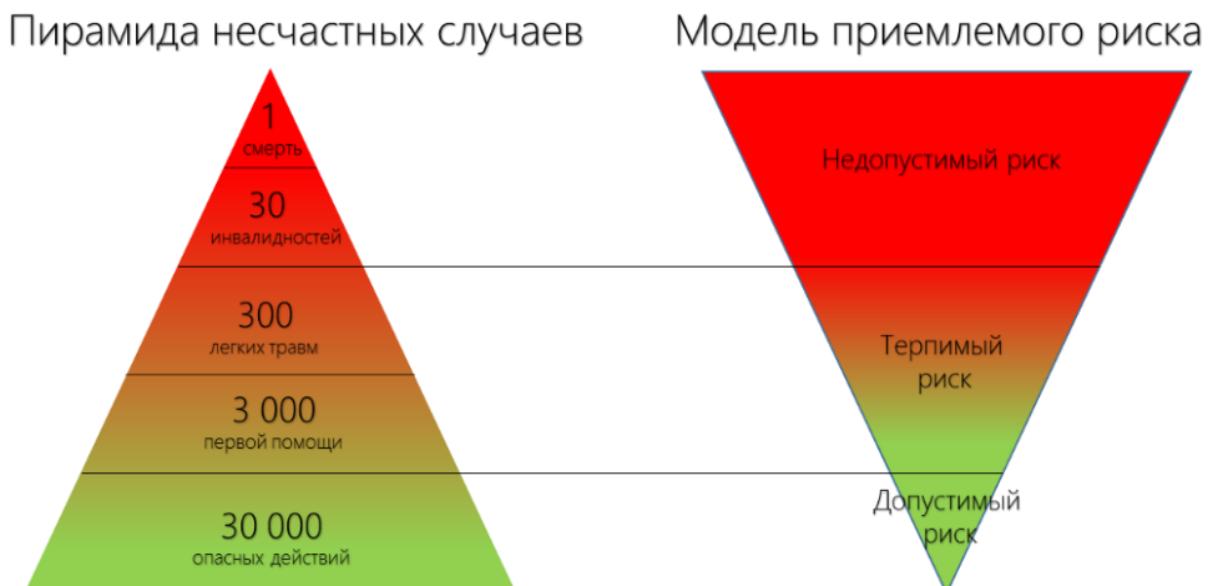


Рисунок 3.7 – Взаимосвязь пирамиды несчастных случаев с моделью приемлемого риска

Концепция пирамиды несчастных случаев заключается в том, что с увеличением опасных рисковых ситуаций при производстве СМР возникают последствия в виде травм персонала с незначительными или серьезными травмами, которые приводят к инвалидности а, иногда, и к смерти. Нет сомнений

в том, что необходимо провести работу по предотвращению этих опасных рисковых действий, тем самым снижению риска серьезных последствий для работников.

Страны ЕС разработали и применили методологический подход к определению приемлемости риска, где концептуальные модели представлены в виде перевернутых треугольников. Треугольник показывает повышение уровня риска при перемещении снизу вверх. Верхняя зона является неприемлемой зоной риска. С практической целью, риски в этой области считаются, независимо от интереса предприятия, связанного с их деятельностью.

Средний уровень представляет собой приемлемый уровень риска. Риск в этой области означает, что люди готовы его нести, чтобы обеспечить преимущества, связанные с деятельностью. В связи с этим регулирующие органы могут снизить риск, если это действительно возможно.

Нижняя зона – это зона абсолютно приемлемого риска. Выявленные риски, попадающие в эту область, считаются приемлемыми, и, как правило, проверяющие не требуют действий для снижения риска.

Этот подход является концептуальной моделью. Кроме того, факторы и процессы, которые приводят к неприемлемому, терпимому или приемлемому риску, носят динамичный характер и часто зависят от обстоятельств, времени и условий, в которых происходит риск. Например, нормативы могут со временем меняться, в результате чего то, что считается приемлемым в одном случае, может быть неприемлемым в другом. Вместе с тем, в концептуальной модели предлагается общий подход, отражающий наилучшие результаты общественной озабоченности и усилий по повышению безопасности труда.

Рассматривая обе пирамиды (рисунок 3.7), основанные на статистике, можно видеть, что нет никакого способа контролировать или влиять на этот риск в обозначенных областях. Можно лишь контролировать нижнюю зону в первой пирамиде и работать над предотвращением опасных действий, а во второй пирамиде – работать над способностью контролировать уровень риска при реализации строительных проектов. Сам подход основанный на анализе и

выявлении опасных действий позволяет проводить параллель относительно каких производственных технологических процессов могут возникать опасные действия. Таким образом можно моделировать и предвидеть развитие опасных ситуаций и сравнивать с пирамидой приемлемого риска. Такой подход позволит ответственным лицам планировать мероприятия для обеспечения безопасных условий труда при помощи снижения опасных действий.

В работе проведена оценка риска травмоопасности на конкретном объекте (рисунок 3.8) с использованием BIM-технологии, которая позволяет контролировать данные области.

Информация об объекте:

Общая площадь – 30247 м².

Количество участков контроля – 560 шт.

Время обхода инженера – 4-5 часов.



Рисунок 3.8- Многоквартирный жилой дом со встроенными помещениями и встроенно-пристроенной автостоянкой, по адресу: г. Санкт-Петербург, Московский пр., дом 115, к. 1

Рассматривая треть реализации проекта или полугода строительства, то сумма точек контроля получается 1203 шт. за разовый обход.

Но уже при реализации 75% части строительного проекта или полутора лет работы, количество точек контроля составило уже 2385 шт. за один обход.

Рассматривая виды работ в каждом из этих этапах строительства, то при трети реализации проекта выполнялись монолитные и каменные работы, а уже на 75% были задействованы все виды работ. При этом количество рабочих было

максимальным, и соответственно риск возникновения травмирования работников более высокие.

Для контроля такого объема людских ресурсов, а также площади строительства, необходим инструмент. Как раз использование BIM-технологии позволило нам удержать индекс безопасности строительства на уровне 90% , а также проанализировать позиции которые ослабляют индекс безопасности строительства. Полученный индекс безопасности напрямую замотивирован на генерального подрядчика финансово.

Поскольку безопасность труда в строительстве является фактором, который анализируется страховыми компаниями при страховании строительно-монтажных рисков, предлагается выстроить взаимосвязь участников проекта и страховых компаний через все этапы от возмещения потерь к получению денежных средств.

Рассмотрим ситуацию, когда объект застрахован, и произошел страховой случай. Решением данного застрахованного случая является урегулирование отношений по выполнению своих обязательств при наступлении страхового случая. Как правило, договор страхования СМР идет "От всех рисков". При расчете убытка, в выплате страховой компанией компенсации может быть отказано только в том случае, если страховщик может доказать право, прописанное в тексте договора. Или, другими словами, в расследовании причинённого ущерба. Страховщик обязан в этом случае доказать: является этот случай страховым или нет?

Таким образом, после изучения всех нюансов, страховая может сделать вывод о том выплачивать или отказать в выплате страхового возмещения. Даже если страховая компания отказывается платить, то страхователь может потребовать все оплатить через суд. [126 Отсюда делая вывод, можно сказать что инструментов, которые бы позволяли защитить интересы страховой компании отсутствуют.

Рассматривая строительную площадку как объект потенциального риска, где есть возможность причинения вреда жизни и здоровью работника, а также имуществу заказчика, и анализирую статистику в данном направлении, то

зачастую человеческий фактор становится причиной большинстве несчастных случаев. Зачастую в договорах на страхование указываются всевозможные оговорки (особые условия) которые учитывают нюансы того или иного технологического производства. Рассматривая одну из таких особых условий как №112 которая обязывает выполнять мероприятия направление на обеспечение противопожарных мер на объекте строительства, и тем самым обязывает застройщика выполнять нормативные требования в данном направлении, Правило 386 из "Правил противопожарного режима в Российской Федерации" от 25 апреля 2012 года, то страховая компания при заключении договора потенциально рассчитывает на их исполнение. [17,127,128]. Но как показывает реальность, что в качестве обогрева используются так называемые «трамвайки», сварочные посты не укомплектованы огнетушителями ил отражающими щитами и т.п. Таким образом создается риск возникновения пожара на объекте строительства

Использование BIM-технологии позволяет страховым компаниям быть соучастниками процесса, а соответственно влиять на него. При этом страховая компания имеет возможность получить BIM- модель контролируемого объекта со всей информацией, которую она может использовать в расчете страховых тарифов. На основе такого подхода страхования компания может определить свои граничные показатели, которые застрахованное лицо обязано соблюдать, так как это будет влиять на последующие страховые тарифы. Дифференцированный подход к страхованию строительных компаний, поможет поднять репутацию компании, а страховая компания сможет повысить уровень производственной культуры на застрахованных объектах.

Сегодня один из современных экономических подходов для снижения риска заключается в организации взаимодействия между страховыми компаниями и строительными компаниями. Для капитального строительства с его долгосрочным инвестиционным циклом и постоянной зависимостью от глобальных рисков, таких как: экономические, политические, организационные и пр., необходимо постоянно страховщику сопровождать всех участников инвестиционного проекта.

Текущие реалии предполагают, что страховщики должны иметь подход к оценке рисков, модели организационного страхования и управления рисками, учитывая структуру и динамику производства, а также сложную организационную структуру строительного проекта.

Этот вопрос сегодня становится особенно актуальным в связи с введением эскроу счетов, переходом на проектное финансирование и увеличением ответственности финансовых институтов. В связи с этим, страховая компания будет рассматриваться как институт, который играет большую роль в формировании и функционировании экономических связей, и тем самым обеспечивать экономическую безопасность застрахованного объекта.

3.4 Выводы по третьей главе

1. Применение индекса безопасности строительства позволяет контролировать уровень ОТ на объектах строительства на всех этапах выполнения СМР, а также выявлять опасные производственные факторы на строящемся объекте в динамике.

2. Предложен матрично-индексный подход к контролю и профилактике уровня состояния охраны труда на объектах при интеграции его с модернизированным методом Файна-Кинни, как метода качественно-количественного расчета влияния ущерба здоровью и жизни работника под действием рисковых ситуаций, который стал серьезным дополнением к существующей системе индекса безопасности.

3. Применение BIM-технологии дает возможность страховой компании не только проводить мониторинговые исследования, но и получать цифровую модель строительного процесса, где итоговым значением станет число, позволяющее оперировать при расчетах страховых ставок и премий.

ГЛАВА 4. МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ И ПРОФИЛАКТИКИ СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

4.1. Практическая реализация системы мониторинга и управления уровнем безопасности строительного производства

В качестве программного продукта по информационному моделированию зданий и сооружений применена платформа Revit компании Autodesk. Для реализации методики контроля уровня ОТ использован Autodesk Navisworks Simulate, который обеспечивает совместное использование проектных данных различных форматов, выполненных в продуктах AutoCAD, Revit, а также геометрических объектов и сопутствующей информации из других САПР.

Поскольку используемый для реализации данной методики программный продукт Autodesk Navisworks Simulate не способен самостоятельно провести анализ уровня ОТ, поэтому требуется дополнять его функционал дополнительной программой «Сателлитом».

В программе «Сателлит» задаются основные критерии контроля в которых описано влияние опасных и вредных производственных факторов, а также факторы риска с критической степенью опасности, далее алгоритм их расчета. «Сателлит» с заданным алгоритмом расчета Индекса безопасности строительства и вероятности риска помогает оцифровать исследуемый объект и получить конечный результат, выраженный в числовом эквиваленте.

Все критерии контроля, а также факторы риска с критичной степенью опасности, как было отмечено выше, собраны в 3D-модель и привязаны к определенному участку строительства площадью до 100 квадратных метров. В свою очередь, инспектор может визуально оценить каждый элемент проверяемой области и вносить данные в планшетный компьютер, в столбцы «Правильно» и «Неправильно», а также выявленные риски. Модуль, обрабатывающий информацию на планшетном компьютере позволяет вычислять критерии контроля и факторы риска для каждого места контроля и отобразить итоговое число в процентах или долях единицы.

Выгрузка результатов производится в формате Excel в виде таблицы, где должны быть указаны номера проверяемых участков, количество отметок «Правильно» / «Неправильно», общего *Индекса безопасности строительства* и вероятность риска травмирования работника на период обхода. Отрицательные отметки показывают опасные действия при выполнении строительно-монтажных работ, которые могут привести к травматизму.

Результатом обхода являются конкретные цифры, которые показывают реальную ситуацию на объекте, и на основе этих данных позволяет выстроить систему работы инспектора по охране труда.

Отслеживая динамику изменения Индекса безопасности строительства можно учитывать сезонность организации работ, которая является ключевым показателем по организации таких работ, как земляные, бетонные, каменные, кровельные и т.д.

В качестве системы контроля уровня охраны труда рассмотрим пирамиду происшествий Хенриха (рисунок 4.1).



Рисунок 4.1- Пирамида происшествий Хенриха

Пирамида Хенриха [129] является основой для системы контроля охраны труда на многих предприятиях. Она показывает соотношение травм различной

степени тяжести, разделив её на категории, такие как «опасное поведение» и «опасное условие», где во многом они определяют причины несчастных случаев на производстве. Закон Хенриха гласит: «На каждый несчастный случай на рабочем месте, повлекший тяжелые последствия, приходится 29 случаев получения легких травм и 300 потенциально опасных происшествий без последствий». В исследованиях отмечается, «что на тридцать тысяч опасных действий приходиться три тысячи микротравм таких как порезы, ушибы требующих однократного медицинского обслуживания. Триста регистрируемых травм – это травмы, потребовавшие лечения, перевода на легкий труд. Тридцать травм, повлекших потерю трудоспособности и один тяжелый случай вызвавший смерть или приведший к инвалидности». [129]

Рассмотрим варианты, которые помогут избежать смертельных случаев на производстве. Анализируя пирамиду происшествий Хенриха, можно сказать, что на те производственные травмы, которые произошли в прошлом, мы не можем никак воздействовать, а те, которые произойдут в будущем, могут случиться и без нашего присутствия. Единственное, на что можно влиять, это на опасные действия рабочего персонала. То есть это как раз та зона, либо грань, на которой можно проводить мониторинг условий соблюдения требований правил охраны труда по описанной выше методике.

Сделаем попытку снизить количество опасных действий ровно в 30 раз на величину травм с потерей и уменьшим число травм с потерей трудоспособностью до одного, то можно предположить, что при сведении к минимуму опасных действий возможно предотвращение всех видов травм, но мы понимаем, что таким образом нельзя идти, иначе это грозит остановкой работы, другими словами, нет опасных действий – нет работы. Однако, работы должны продолжаться, процесс остановить нельзя и контроль опасных действий необходим как никогда. Если рассмотреть пирамиду Хенриха с привязкой к отсутствию рабочих на своих местах, как показано на рисунке 4.2, то можно провести параллель к фонду социального страхования. Видно, что основные траты денежных средств осуществляется именно тогда, когда работники получают легкие и тяжелые

травмы. Именно выплаты ежемесячных страховых выплат доминируют в общей структуре выплат при производственном травматизме.

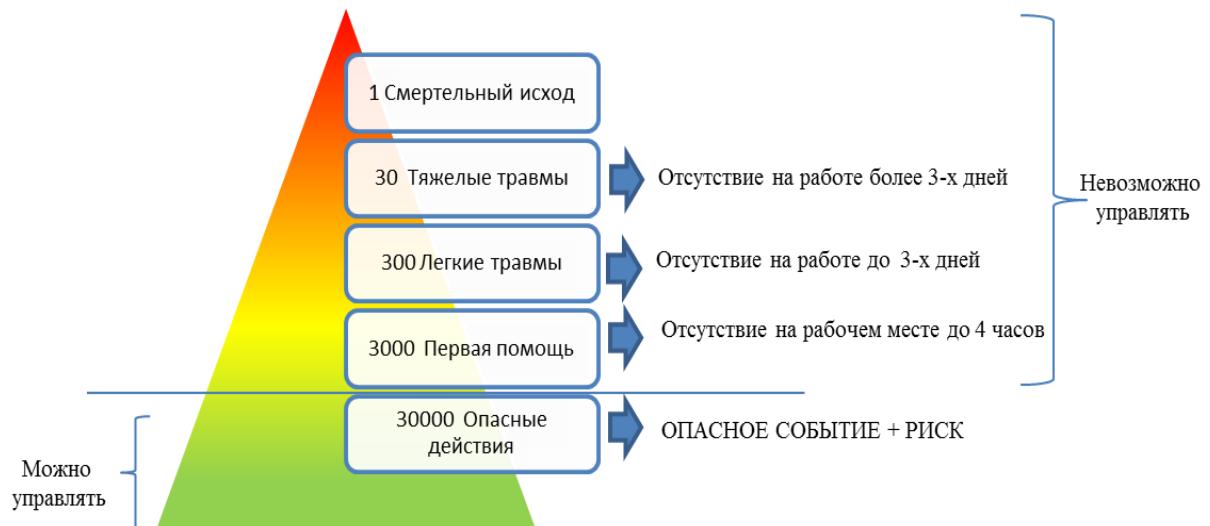


Рисунок 4.2- Пирамида Хенриха с привязкой к отсутствию рабочих на рабочем месте

Страховые компании должны быть также заинтересованы в снижении травмируемости на строительных объектах. Таким образом страховая компания может получить хороший инструмент контроля за ситуацией на застрахованных объектах.

Для интеграции показателя Индекса безопасности строительства с рисковым показателем на основе метода Файна-Кинни, предлагается следующая формула:

$$\text{ИБСр} = \frac{N_{\text{положительных}}}{N_{\text{общ}}^{} } = \frac{N_{\text{положительных}}}{N_{\text{отрицательных}} + N_{\text{положительных}}} - R_{\text{выяв}} / R_{\text{max}} \quad (4.1)$$

Где: ИБСр – индекс безопасности строительства с учетом выявленного риска

$N_{\text{положительных}}$ – количество положительных оценок соблюдения правил охраны труда на объекте контроля;

$N_{\text{общ}}$ – общее количество оценок соблюдения правил охраны труда на объекте контроля;

$N_{\text{отрицательных}}$ – количество выявленных нарушений – отрицательных оценок соблюдения правил охраны труда на объекте контроля;

$R_{\text{выяв}}$ – сумма баллов выявленных рисков рассчитанных по формуле 3.1 согласно таблице 3.2;

R_{max} – максимальный балл по риск-ориентированному подходу согласно таблице 3.2.

Таким образом удалось выявить реальное влияние рисковых ситуаций происходящие в динамики строительного процесса на общий индекс безопасности строительства и получить его значение.

4.2. Реализация методики мониторинга и управления уровнем охраны труда при эксплуатации грузоподъемных механизмов

В строительных технологиях особое место занимает обеспечение безопасности при работе с грузоподъемными механизмами. Основываясь на вышеописанном алгоритме расчета ИБС с применением ВИМ-технологии, рассмотрим возможность интеграции физических параметров и информационной базы на примере вычисления *индекса технического состояния* (ИТС) грузоподъемных механизмов, в частности башенных кранов.

Актуальность данного направления обусловлена безопасностью и недопущением аварийности и травматизма рабочих при эксплуатации башенного крана, где человек и человеческий фактор являются определяющими для обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных механизмов.

Работа башенного крана сосредоточена в стесненных условиях особенно в условиях городской застройки, где зона производства работ крана может быть ограничена, в связи с чем конструкции башенного крана испытывают неравномерные нагрузки, а также подвергаются большому количеству монтажа и демонтажа при перебазировках, а также динамическим нагрузкам при их транспортировке. Все это в последующем влияет на работоспособность башенного крана и как следствие, представляют собой повышенную опасность для работников, которые задействованы при работе с краном: крановщики,

стропальщики, монтажники и пр. При работе с неисправным башенным краном при его падении, опасности подвергаются трети лица, которые находятся за пределами строительной площадки.

Основными причинами аварийности и травматизма при эксплуатации грузоподъемных сооружений, являются:

- частая перебазировка башенных кранов – когда неравномерные нагрузки при транспортировке конструкций башенного крана, а также ошибки при монтаже снижают технические характеристики башенного крана;
- организация работы на строительных площадках – отсутствие должных подходов к башенному крану, ограждение крана и его токоведущих частей от противоправных действий третьих лиц, сигнальное ограждение опасной зоны производства работ, отсутствие правильного складирования сыпучих строительных материалов (кирпич, железобетонные перемычки и т.п.), а также больших элементов (лестничные марши, шиты опалубки), вследствие чего происходит загромождение проходов для работников;
- увеличение темпов строительства, дабы завершить строительство объекта в короткие сроки, вследствие чего к работе привлекаются неквалифицированной персонал, отсутствует ППРк, отсутствуют или несвоевременно проводятся необходимые осмотры, диагностика, ремонты;
- имеет место низкий уровень трудовой дисциплины.

Согласно данным Ростехнадзора за 2016 год, количество погибших в несчастных случаях при эксплуатации грузоподъемных сооружений превышает количество аварий примерно в три раза, при этом «лидером» в данном антирейтинге занимают башенные краны, где на 17403 шт., зарегистрированных единиц техники было 10 погибших, а коэффициент смертельного травматизма составил 0,57; второе место занимают автомобильные краны, соответственно на 61875 шт. – 6 чел. погибших, коэффициент травматизма – 0,10; на третьем месте – мостовые краны – на 71 648 шт. – 7 погибших, коэффициент травматизма – 0,10, прочее – на 37 984 ед. техники – 4 погибших, коэффициент травматизма – 0,31.

Как упоминалось выше, одной из распространенных причин аварии башенного крана являются технические аспекты, непосредственно связанные с эксплуатацией башенного крана. Причиной таких аварий при эксплуатации башенного крана может служить появление повреждений элементов вследствие избыточных нагрузок, напряженного состояния металла, появление трещин в сварных швах и элементах, вмятин и искривлений элементов конструкции. Систематическое обследование конструкций грузоподъемного механизма, позволит оперативно предупредить развитие рисковых ситуаций и тем самым позволит исключить риск развития опасных ситуаций, связанных с отказом оборудования, что позволит провести профилактические мероприятия. Но с другой стороны увеличения количества проверок на этапе эксплуатации позволит повысить ответственность эксплуатирующего персонала на объекте. Современные цифровые технологии, основанные на использование трёхмерного моделирования, являются эффективным инструментом контроля рисков.

Следует отметить, что на сегодняшний день не существует оптимального метода, позволяющего на этапе эксплуатации грузоподъемных механизмов оценить вероятность возникновения опасных событий, вызванных неисправностью или дефектом оборудования, в связи с этим повышается актуальности вопросов безопасности при эксплуатации башенных кранов на строительных объектах. Для решения этой проблемы был предложен метод оценки, основанный на использовании современных информационных систем.

Обращаясь к статистике по аварийности грузоподъемных сооружений (рисунок 4.3), можно видеть, что 40% (от общего количества аварий грузоподъемных сооружений) приходится на башенные краны, что может указывать на пренебрежении руководителями эксплуатирующих организаций правилами промышленной безопасности и требованиями норм и инструкций по безопасной эксплуатации башенных кранов, при этом травматизм среди работников составляет порядка 37% от общего числа смертельных случаев на кранах. [130]

Основными причинами возникновения неисправностей, приводящих к аварийным ситуациям при эксплуатации башенных кранов являются:

1. Нарушения технической эксплуатации башенных кранов.

К данной позиции можно отнести неисправность приборов безопасности подъемного сооружения (ПС), неисправность тормозных механизмов по рельсовому пути, использование непригодных к использованию съемных грузозахватных приспособлений, запасовка канатов и нарушением требований паспорта и руководства по эксплуатации и т.п. При этом эксперты считают, что причиной порядка 90% аварий является именно человеческий фактор.

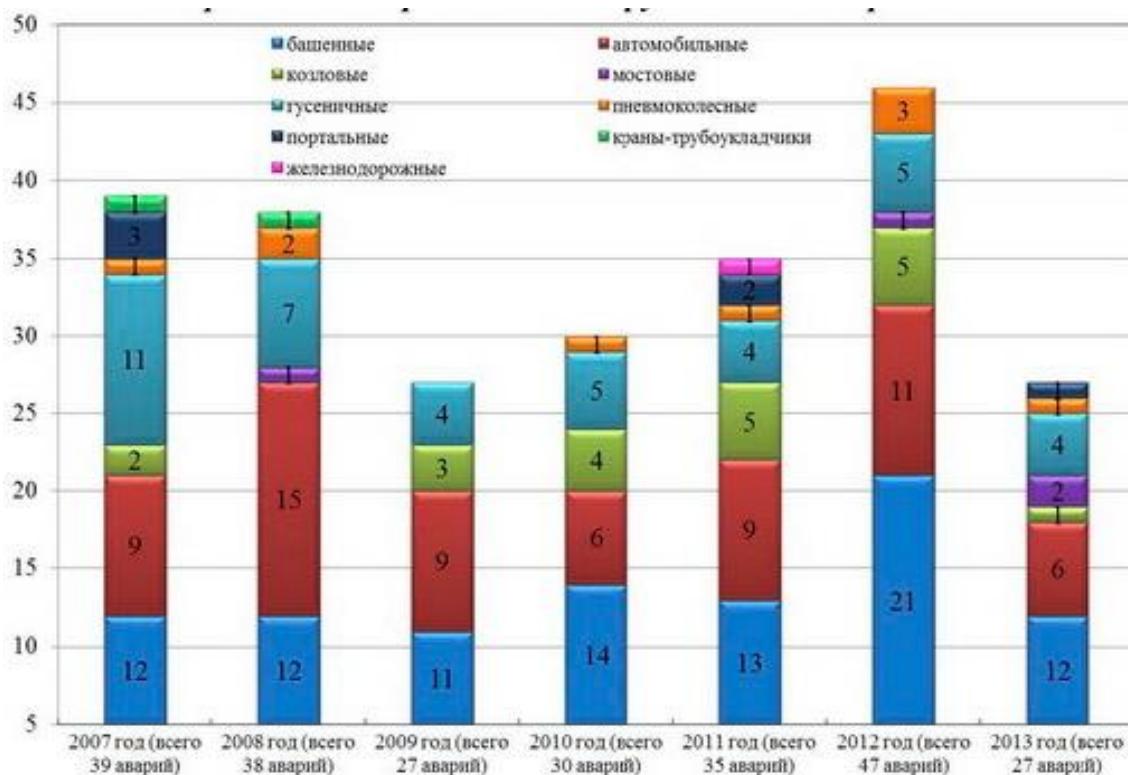


Рисунок 4.3- Статистика аварийности грузоподъемных механизмов

2. Износ конструкций башенных кранов.

На сегодняшний день износ парка башенных кранов по России составляет порядка 80%. [131] Старый кран – это усталость «металла», негодные канаты, неисправная автоматика обеспечения безопасности. В парке башенных кранов в РФ (рисунок 4.4) самая низкая доля импортных машин – по состоянию на 2017 год составляет 24,3%.

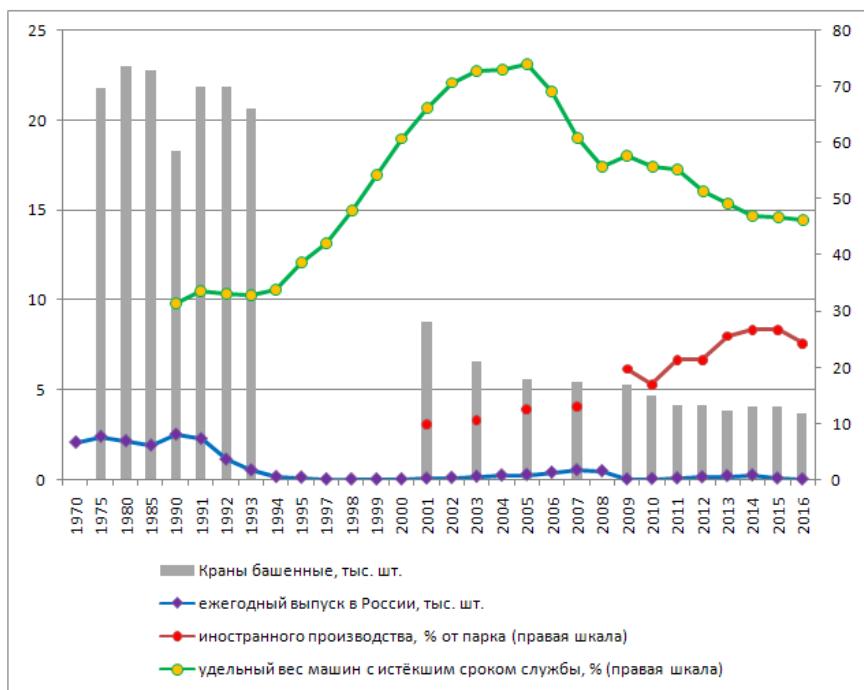


Рисунок 4.4- Доля башенных кранов по производителям

При этом, почти половина кранов (46,2%) отработали свой ресурс. Выпуск башенных кранов в 2016 году находился на исторически низком уровне конца 90-х-начала 2000-х годов – всего 34 крана. В 1999 году был выпущен 31 кран, в 2000 году – 32, в 2001 году – 33, в 2002 году – 36 кранов. [132]

3. Частые перебазировки башенного крана, в результате чего возникают деформации конструкций, а также трещины в металле при демонтаже и монтаже грузоподъёмного механизма.

При монтаже башенного крана, а также его демонтаже, элементы конструкции испытывают сверхнормативные нагрузки. Не предусмотренные паспортом, все это может повлиять на развитие трещин в основном металле конструкций крана, а также сварных швах. [133,134] Причинами таких неравномерных нагрузок, чаще всего выступает человеческий фактор. В частности, привлекаемые к работе неквалифицированные специалисты в качестве стропальщиков и монтажников.

4. Финансовое состояние организации

Невозможность в полной мере финансировать мероприятия, направленные на обеспечения должного технического состояния грузоподъёмного механизма, а также оплаты труда квалифицированных кадров и повышения их квалификации.

5. Отсутствие должного контроля на участках эксплуатации башенного. [135-138]

Ситуация на строительных площадках показывает, что зачастую башенный кран передаётся фирме заказчику в аренду, и соответственно за безопасную эксплуатацию отвечает арендатор. Таким образом арендодатель или владелец крана, оставляет за собой временные проверки данного механизма с проверкой необходимой документацией. Но зачастую получается, что у большой автотранспортной организации большое количество техники и она находится в аренде и тогда проверяющий не в состоянии оперативно обехать все объекты. 139,140]. Помимо вопросов технической безопасности и работоспособности башенного крана, не маловажным также являются вопросы относительно квалифицированных кадров, которые обслуживаю и работают с грузоподъемным механизмом, а это электрики, механики, стропальщики.

Несколько примеров, где как раз человеческий фактор, а также привлечение низкоквалифицированного персонала привели к трагическим событиям.

1. Отсутствие должного контроля со стороны ответственных за безопасную эксплуатацию башенного рана привела в к тому, что г. Самара 24 октября 2018 года у дома 295 по ул. Карма-Маркса возле ЖК «Радуга», обрушился башенный кран. Причиной послужила лопнувшая металлическая балка у основная крана, вследствие чего погиб крановщик.

2. Аналогичный случай, а это отсутствие должного контроля, произошел в г. Санкт-Петербург 24 сентября 2018 года, где на территории ЖК «Ренессанс», Невского района, сорвался подъёмный крюк и упал на рабочего. Рабочий получил травмы не совместимые с жизнью

3. В результате перегруза башенного крана, произошел несчастный случай в Омске 17 мая 2018 года. микрорайона «Старгород». Машинист башенного крана упал с 10 метров и получил травмы различной степени тяжести, но остался жив. Таким образом причинами явились отсутствие должного контроля, а также квалификация машиниста, который проигнорировал приборы безопасности.

4. Другой трагический случай произошел в г. Киров 19 января 2018 года. который унес жизнь человека при обрушении башенного крана на крышу двухэтажного дома. Таким образом пострадало третье лицо не причастное к строительству. Причиной падения послужил тот же человеческий фактор в виде низкой квалификации привлекаемого персонала к его обслуживанию. А спусковым крючком послужила неправильная запасовка грузового каната при монтаже на строительной площадке. Во время эксплуатации происходило трение о стреловой расчал.

Таким образом, рассмотренные примеры указывают на необходимость систематического контроля за безопасной эксплуатацией башенного крана как на этапе монтажа, так и во время его работы. Во всех рассмотренных случаях человеческий фактор послужил отправной точкой трагическим событиям. Все это указывает на регулярность проведения проверок как технического состояния грузоподъемного механизма, так и допуска квалифицированного персонала к обслуживанию.

Для решения данной задачи предлагается методика с использованием современных информационных технологий на базе программного продукта компании Autodesk. Согласно исследованиям [46,141,142], BIM-технология является универсальным инструментом, который может быть применим в данной области [143155].

В основе предложенного подхода лежит принцип, согласно которому, предлагается рассматривать башенный кран как замкнутую систему (механизм), для правильной эксплуатации которого необходимо своевременно (систематически) регистрировать возникающие отклонения в ходе эксплуатации. Рассматривая стационарный башенный кран можно выделить следующие его конструктивные части, блоки (таблица 4.1), которые необходимо контролировать в процессе эксплуатации. [144,145]

Таблица 4.1 – Разделение башенного крана на конструктивные части с описанием их составных частей (узлы, агрегаты)

Стационарный башенный кран		
1	2	3
№ п/п	Конструктивные части БК	Наименование узла, агрегата
1	Опорная часть	Фундамент, Опорная рама
2	Башня	Секции башни рядовые
3	Опорно-поворотное устройство с кабиной машиниста	Механизм поворота (тормоз, редуктор, эл/двигатель)
4	Оголовок башни с расчалками	Канатно- блочная система
5	Консоль противовеса	Механизм подъема (тормоз, редуктор, эл/двигатель) блоки противовеса
6	Стрела с грузовой тележкой	Механизм передвижения тележки (тормоз, редуктор, эл/двигатель) крюковая подвеска с гаком
7	Система крепления к зданию (Пристежка):	Узлы крепления пристёжек к конструкции здания;
8	Приборы безопасности и Электрическая часть	Анемометр, ОГП, ОГМ, Ограничитель высоты подъема крюка, Ограничитель передвижения грузовой тележки, Блок регистрации параметров, Звуковая сигнализация Электрооборудование БК
Башенный кран на рельсовом ходу		
9	Нижнее рельсовые строение	Земляное полотно
10	Верхнее рельсовое полотно	Рельсы, Балластная призма, Путевое оборудование.

Алгоритм реализации подхода представлен на рисунке 4.5.

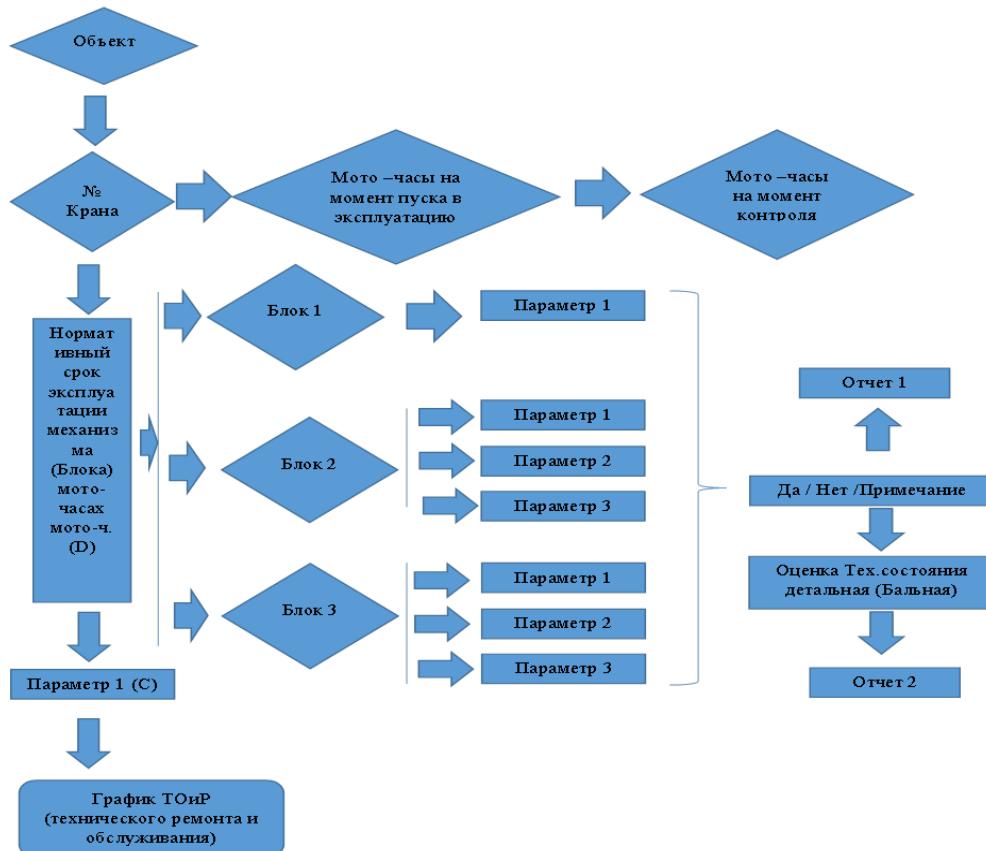
На первом шаге предлагается в программе Autodesk Revit создать модель будущего башенного крана, при этом детализация элементов конструкций башенного крана прорабатывается на уровне узлов или секций башни, стрелы. Дальнейшая детализация до уровня отдельных элементов (раскосы, подкосы, пояса) будет усложнять работу в программе и потребует более мощные цифровые носители.

На втором шаге разрабатывается дополнительный модуль «Сателлит», в который вводится алгоритм учета наработки узлов и механизмов в мото-часах. В

программу интегрируется график технического ремонта и обслуживания башенных кранов. Далее данная программа интегрируется с ВМ-платформой и синхронизируется с моделью башенного крана. Таким образом, каждая конструктивная часть БК, обладает необходимыми набором узлов, которые предстоит контролировать на протяжении всего периода эксплуатации на объекте.

Третьим шагом становится занесение данных о результатах осмотра конструктивных частей башенного крана. Инспектор, при проверке башенного крана, сканирует QR-код каждого проверяемого узла, блока и далее заносит данные о техническом состоянии этих узлов входящие в проверяемую конструктивную часть БК. Проверка инспектором осуществляется инструментально и визуально. При этом, к каждой конструктивной части БК, применимы определенные узлы и агрегаты, безопасная эксплуатация которых удовлетворяла бы общему состоянию безопасной эксплуатации башенного крана.

Рисунок 4.5. Алгоритм реализации подхода по оценки башенных кранов



Расчет мото-часов узлов и механизмов представлен на рисунке 4.6.

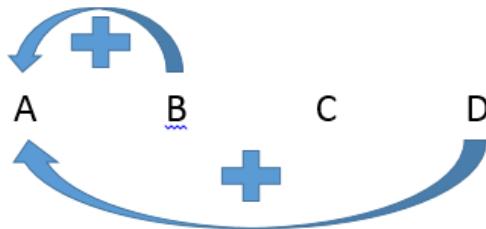


Рисунок 4.6- Схема для расчета прогнозируемого срока эксплуатации механизмов

Как только $AD = AB \rightarrow C$ (необходима замена или ремонт), где

A – мото-часы на момент пуска в эксплуатацию,

B – мото-часы на момент контроля,

C – параметр (+/- недо-, пере- работка), сигнализирующий об очередном техническом обслуживании мото-часы,

D – нормативный срок эксплуатации механизма (блока), мото-часы.

BIM-технология выступает в данном случае как платформа, позволяющая интегрировать в себе трехмерную графику с возможностью детализации элементов башенного крана, информационными ресурсами и дополнительными программами сателлитами для оценки безопасной эксплуатации башенных кранов.

Данные узлы и агрегаты, входящие в ту или иную конструктивную часть БК, проверяются инспектором, согласно нормативным требованиям, на наличие дефектов. При этом, инспектор имеет возможность произвести фотофиксацию выявленных нарушений (дефектов); полученная фотография автоматически присваивается тот же код, что и QR-код проверяемого узла, блока. Для оценки узлов и агрегатов за основу принимаются нормативные документы [146,147], в которых имеются таблицы, включающие бальную оценку выявленных дефектов (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Виды дефектов и их балльная оценка

Вид дефекта	Характеристика дефектов		
	Дефекты изготовления или монтажа	Дефекты, возникающие из-за грубого нарушения норм. эксплуатации	Дефекты, возникающие при нормальной эксплуатации
1. Нарушение лакокрасочного покрытия	0,5		
2. Коррозия ответственных элементов до 5% толщины элемента вкл. до 10% толщины элемента вкл. Свыше 10% толщины элемента.		0,2 1 10	
3. Трещины, разрывы в швах или в околовшовной зоне	1	1	4
4. Трещины, разрывы в зонах удаленных от сварных швов	1	1	5
5. Ослабление болтовых соединений в которых болты работают на растяжение (а также износ резьбы винтовых опор)	0,5	0,5	1
6. Ослабление болтовых соединений в которых болты работают на срез	2		
7. Деформации элементов решетчатых конструкций, превышающие предельные значения: 7.1. Пояса 7.2. Элементы решетки	1 0,5	2,5 1	5 2
8. Деформации элементов листовых конструкций, превышающие предельные значения	1	1,5	5
9. Расслоение металла	5		
10. Смятие проушин и выработка отверстий в шарнирах, превышающие предельные значения	1	1,5	3
11. Любые дефекты, возникшие в месте предыдущего ремонта	1	2	5

Из таблицы 4.2 исключим столбец «Дефекты, возникающие из-за грубого нарушения норм эксплуатации» и включим строки, содержащие новые виды дефектов, которые будут отражать физическое состояние тех узлов и агрегатов, которые не рассмотрены в стандартной таблице 10, а именно дефекты, которые могут повлиять на правильную эксплуатацию фундаментов, канатно-блочных систем, канатов, а для рельсовых кранов – это земляное полотно под рельсовым путем и дефекты рельсового пути, балластной призмы и дефекты путевого оборудования. Также, в таблицу добавляется строка с указанием способа возможного устранения того или иного дефекта. При этом, дефектам присваиваются баллы (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Измененная таблица дефектов и их бальная оценка

Вид дефекта	Характеристика дефектов	
	Дефекты изготовления или монтажа	Дефекты, возникающие при нормальной эксплуатации
Нарушение лакокрасочного покрытия		0,5
Коррозия ответственных элементов до 5% толщины элемента вкл.		0,2
до 10% толщины элемента вкл.		1
Свыше 10% толщины элемента.		10
Трещины, разрывы в швах или в околовшовной зоне	1	4
Трещины, разрывы в зонах удаленных от сварных швов	1	5
Ослабление болтовых соединений в которых болты работают на растяжение (а также износ резьбы винтовых опор)	0,5	1
Ослабление болтовых соединений в которых болты работают на срез		2
Деформации элементов решетчатых конструкций, превышающие предельные значения:		
- Пояса	1	5
- Элементы решетки	0,5	2
- Деформации элементов листовых конструкций, превышающие предельные значения	1	5
Расслоение металла		5
- Смятие проушины и выработка отверстий в шарнирах, превышающие предельные значения	1	3
Любые дефекты, возникшие в месте предыдущего ремонта	1	5
Дефекты канатно –блочных механизмов и др. механизмов		
- трещины, сколы, износ по ручью реборд блоков		9
-Износ зубчатых зацеплений, шарирных соединений		4
Дефекты канатов		
- Обрыв проволок, пряди, уменьшение площади поперечного сечения каната, поверхностная и внутренний износ, коррозия.		5
- Механическая деформация каната, температурное воздействие.		10
-Трещины и сколы оголяющие арматуру фундаментов		2
-Осадка (просадка, крен) фундаментов		10
-Смятие , трещины анкерных болтов (шпилек), ослабление болтовых соединений		3
Способ устранения дефектов:		
- ремонт		1
- замена		0,5

Кран разбит на отдельные конструктивные части, (рисунки 4.7, 4.8), при этом, все эти отдельные узлы, агрегаты активны и при выборе того или иной узла или агрегата активируется та часть таблицы 4.3, к которой привязан этот узел или агрегат. В итоге получается, что инспектор производит обследование всего башенного крана и заносит данные не только о выявленных дефектах, но и об их

отсутствии. Оценка фактического состояния проверяемого узла, агрегата отмечается как «Правильно» или «Неправильно». Для того чтобы объективно оценить правильность эксплуатации башенного крана, необходимо выставлять обе отметки. При этом, если будут обнаружены дефектные части, инспектор имеет возможность определить характеристика дефектов согласно таблицы 4.3. Такая конструктивная часть БК как «Приборы безопасности и Электрооборудование» и входящие в него узлы и агрегаты, оценивается в обязательном порядке.



Рисунок 4.7– Поэлементная разбивка башенного крана

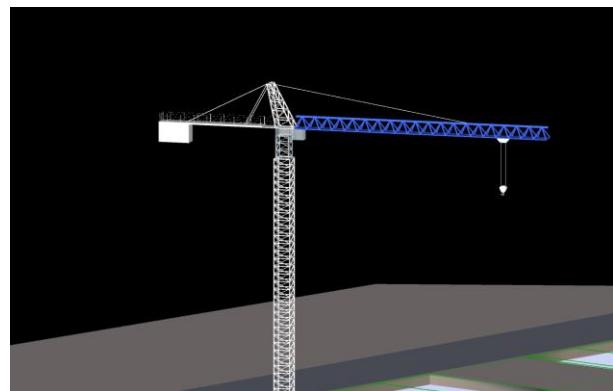


Рисунок 4.8 – Разбивка башенного крана на отдельные блоки

На рисунке 4.8 можно видеть, что была выбрана конструктивная часть БК «Стрела», программа «Сателлит» обрабатывая данные, устанавливает, что выбран именно эта часть информационной модели башенного крана и выдает список именно тех узлов и агрегатов, которые характерны для данного конструктивной части.

Таким образом, инспектор отмечает не только отрицательные пункты, но и положительные, тем самым подтверждая, что узлы и агрегаты, относящиеся к

определенной конструктивной части БК проверены и на них отсутствуют дефекты. При этом, инспектор имеет возможность внести примечания, если посчитает нужным, и произвести фото фиксацию с привязкой именно к тому узлу или агрегату, который был проверен.

Четвертый шаг. Выгрузка отчёта. Данные по обходу и осмотру башенного крана выгружаются в виде таблицы, которая отвечает также и нормативному документу РД 10-112-2-09 таблица 6, в которой указываются: конструктивные части башенного крана и составляющие их узлы и агрегаты, вид дефекта, описание дефекта и сроки устранения дефектов, а также столбец с комментариями инспектора во время обхода (таблица 4.4). Таким образом, формируется ведомость дефектов, которую можно использовать для оперативного реагирования на обеспечение технической исправности башенного крана во время эксплуатации.

Таблица 4.4 – Отчетная сводная таблица результатов осмотра башенного крана

№ п/п	Наименование узла, элемента	Вид дефекта согласно таб. 2 РД 10-112-2-09	Описание дефекта	Заключение о необходимости и сроках устранения дефекта
1	2	3	4	5
1. Нижнее рельсовое строение				
1.1	Земляное полотно			
2. Верхнее рельсовое строение				
2.1	Рельсы			
	Призма			
	Путевое оборудование			
2. Металлоконструкции				
3.1	Опорная рама			
3.2	Башня (секции)			
3.3	Опорно-поворотное устройство			
3.4	Оголовок башни			
3.5	Консоль противовеса			
3.6	Стрела (секции)			
3.7	МК ходовой части			
3. Механизмы				
4.1	Механизм передвижения			
4.2	Механизм поворота			
4.3	Механизм изменения вылета (грузовая тележка)			
4.4	Механизм подъема			
4. Электрооборудование и устройства безопасности				
5.2	Ограничители грузоподъемности			
5.3	Ограничитель высоты подъема			
5.4	Ограничитель вылета			
5.6	Анемометр			
5.7	Противоугонные устройства			
5.8	Упоры			

Анализ выгруженных данных дает возможность определения количественной оценки образовавшихся во время эксплуатации дефектов, выраженных в виде баллов, каждого проверяемого узла или агрегата. На основе которых можно рассчитать индекс технического состояния (ИТСбк) башенного крана.

Индекс технического состояния башенного крана (ИТСбк) – формируется из индексов технического состояния узлов и агрегатов (ИТСуз), которые отражают техническое состояние этого башенного крана. ИТСбк позволяет оценить относительный физический износ, потребности в оборудовании и надежности отдельных узлов и элементов.

Так как в башенном кране имеются механизмы, то расчет индекса технического состояния механизмов ИТСм идет из расчета наработки их мото-часов в сравнении с нормативными показателями. Данный индекс показывает остаточную долю наработки механизма.

Расчет ИТС_{Мi} (в долях единицы) представленными в виде механизмов (передвижения, поворота, подъема и т.п.) произведем по следующей формуле:

$$\text{ИТС}_{\text{M}_i} = (\text{T}_{\text{p}_i} - \text{T}_{\text{H}_i}) / \text{T}_{\text{p}_i}, i = 1, \dots, n \quad (4.2)$$

где: T_{p_i} – назначенный ресурс механизма;

T_{H_i} – наработка механизма со дня ввода в эксплуатацию.

Ресурс (выраженный в виде мото-часов) механизмов определяется согласно документации завода изготовителя, нормативной или технической документации.

Для расчета остальных узлов, не связанных с наработкой, измеряемой в мото-часах, вычисление ИТСуз_j (в долях единицы) происходит следующим образом:

$$\text{ИТСуз}_j = 1 - \sum D_{kj} / 100, j = 1, \dots, m \quad (4.3)$$

где: D_{kj} – баллы (вес) каждого выявленного k-го дефекта данного j-го узла.

Расчет индекса технического состояния башенного крана (ИТСбк) осуществляется по формуле:

$$\text{ИТСбк} = \min \{ \text{ИТС}_{\text{M}_i}, i = 1, \dots, n; \text{ИТСуз}_j, j = 1, \dots, m \} \quad (4.4)$$

Определим $D = \{d_i\}$,

где $i \in I$, $I = 1, \dots, n$ – множество индексов (порядковых номеров) дефектов группы D .

Каждому $d_i \in D$ положим в соответствие его балл λ_i . ($d_i \rightarrow \lambda_i$), при этом $\lambda_i > 0$, т.е. все баллы дефектов положительные.

Метод предполагает, что при обследовании технического узла, из множества D выбирается некоторое подмножество дефектов θ из списка дефектов ($\theta \subset I$).

Таким образом, $D_\theta \subset D$ – подгруппа дефектов, обнаруженных при обследовании.

Сопоставим множеству D абсолютную величину, характеризующую сумму соответствующих ему баллов: $|D| = \sum_{i \in I} \lambda_i$ – сумму баллов всей группы дефектов.

Такую же величину введём для произвольного подмножества $\theta \subset I$.

$|D_\theta| = \sum_{i \in \theta} \lambda_i$, которая представляет сумму баллов выявленных дефектов.

Тогда, $ITC_{уз} = 1 - \sum_{i \in \theta} \lambda_i / \sum_{i \in I} \lambda_i$, или $ITC_{уз} = 1 - |D_\theta| / |D|$.

Приведем к общему знаменателю.

$$ITC_{уз} = \frac{\sum_{i \in I} \lambda_i - \sum_{i \in \theta} \lambda_i}{\sum_{i \in I} \lambda_i} = \frac{|D| - |D_\theta|}{|D|} \quad (4.5)$$

Тогда, для

$$ITC_m = \frac{T_{pi} - T_{hi}}{T_{pi}} \quad (4.6)$$

Получается, что обе формы эквивалентны. Таким образом, можно ввести понятие дифференциала износа для узлов и механизмов, в котором индексы технического состояния принимают вид:

$$ITC_{уз} = \frac{\Delta |D_\theta|}{|D|} : ITC_m = \frac{\Delta |T_{hi}|}{|T_{pi}|}. \quad (4.8)$$

Интегральная форма.

Пусть n – количество всех механизмов,

m – количество всех узлов,

ITC_{mi} , – индекс дефекта i -го механизма,

$ITC_{узj}$, – индекс дефекта j -го узла.

Тогда, $ITC_{mi} = (T_{pi} - T_{hi}(t)) / T_{pi}$, (4.9)

где T_{pi} – назначенный ресурс механизма;

$T_{H_i}(t)$ – наработка механизма на момент времени t .

Заметим, что формы выражения наработки узлов и механизмов эквивалентны:

$$Tr \sim \sum_I \lambda_i = |D| \text{ и } T_{H_i}(t) \sim \sum_\theta \lambda_i = |D\theta| \quad (4.10)$$

Учитывая свойство эквивалентности форм можно установить эквивалентность форм дифференциалов:

$$\Delta T = Tr_i - T_{H_i} \sim |D| - |D\theta| = \Delta |D\theta|. \quad (4.11)$$

Запишем дифференциальную форму индексов:

$$ITC_m = \Delta T_{i_m} / T_{i_p m} \text{ и } ITC_{uz} = \frac{\Delta |D\theta|}{|D|}, \quad (4.12)$$

где ΔT и $\Delta |D\theta|$ – дифференциалы износа механизмов и узлов.

Интегральная форма будет выглядеть следующим образом:

$$\|ITC_m\| = \min_{i_m} \frac{\Delta |T_{m_i}|}{|T|} \quad (4.13)$$

$$\|ITC_{uz}\| = \min_\theta \frac{\Delta |D\theta|}{|D|} \quad (4.14)$$

Критерием оценки состояния башенного крана положим распределение индексов ITC_m и ITC_{uz} по интервалам (полуинтервалам) отрезка $[0,1]$, образованным граничными (пороговыми) значениями уровней безопасности башенного крана.

Так, например, принятая градация уровней безопасности подразумевает три интервала по бальной шкале, которая при отображении на отрезок $[0,1]$ по формуле и $ITC_{uz} = \frac{\Delta |D\theta|}{|D|}$ образует три непересекающихся составляющих полуинтервала $[0,1]$:

0 – 4 – безопасный уровень эксплуатации башенного крана;

5 – 9 – удовлетворительный уровень эксплуатации башенного крана;

10 и более – неудовлетворительный уровень эксплуатации башенного крана,

При этом, $\Delta |D\theta|$ соответствуют границы интервалов уровней безопасности по бальной шкале.

Согласно методике, пороговые значения ИТС в соответствии со списком дефектов будут следующие:

– на период пуска в эксплуатацию (сумма балов равна 39,7):

$\text{ИТС}_{\text{M}_i} \sim \text{ИТС}_{\text{уз}_j} = 1 - 4/|D| = 1 - 4/39,7 = 0,9 \rightarrow (0,9-1)$ – интервал исправности.
 $\text{ИТС}_{\text{M}_i} \sim \text{ИТС}_{\text{уз}_j} = 1 - 9/|D| = 1 - 9/39,7 = 0,774 \rightarrow (0,75-0,89)$ – интервал ограниченной исправности.

$\text{ИТС}_{\text{M}_i} \sim \text{ИТС}_{\text{уз}_j} = 1 - 10/|D| = 1 - 10/39,7 = 0,749 \rightarrow (0-0,74)$ – интервал неисправности.

– во время эксплуатации (сумма балов равна 62,7):

$\text{ИТС}_{\text{M}_i} \sim \text{ИТС}_{\text{уз}_j} = 1 - 4/|D| = 1 - 4/62,7 = 0,937 \rightarrow (0,93-1)$ – интервал исправности.
 $\text{ИТС}_{\text{M}_i} \sim \text{ИТС}_{\text{уз}_j} = 1 - 9/|D| = 1 - 9/62,7 = 0,857 \rightarrow (0,85-0,92)$ – интервал ограниченной исправности.

$\text{ИТС}_{\text{M}_i} \sim \text{ИТС}_{\text{уз}_j} = 1 - 10/|D| = 1 - 10/62,7 = 0,841 \rightarrow (0-0,84)$ – интервал неисправности.

Рассматривая соотношение бальных показателей ИТСбк и ИБСр, можно соотнести их следующим образом:

ИТСбк (0 – 0,74) → ИБСр (4 – 9) – (Значительный) Вредный;

ИТСбк (0,75 – 0,9) → ИБСр (3 – 0,5) – (Умеренный) Допустимый;

ИТСбк (0,9 – 1) → ИБСр (0 – 0,4) – (Безопасный) Оптимальный

Благодаря такому подходу к оценке безопасной эксплуатации башенных кранов, удалось дифференцировать дефектные участки и своевременно производить ремонт или замену поврежденных элементов.

При рассмотрении детального отчета по результатам обхода (таблица 4.4), ответственное лицо руководствуясь нормативным документом РД 10-112-2-09 п.8.1.5, может принимать решения о дальнейшей эксплуатации тех или иных узлов башенного крана.

Также необходимо учесть, что бальная система проверки подразумевает два варианта:

1. в случае, когда кран только что смонтировали и пустили в эксплуатацию, для выявления дефектов, которые могли образоваться за время доставки и монтажа башенного крана;

2. при последующих систематических проверках по выявлению возможных дефектов, возникающих при нормальной эксплуатации (таблица 4.3).

Информационная технология, применяемая для расчета ИТСбк башенных кранов, имеет возможность интегрировать в себя, геометрические параметры башенного крана и математический алгоритм для их оценки, в результате чего получается количественная оценка образовавшихся дефектов во время эксплуатации башенных кранов.

Практическое применение методики обследования башенного крана на основе информационной технологии показало, что существует возможность использовать её для эффективного контроля технического состояния башенных кранов с построением информационной модели башенного крана. Полученные в ходе мониторинга данные можно визуализировать, представлять в виде подробного отчёта и передавать на сервер компании.

4.3. Оценка организационно-экономической эффективности применения методики мониторинга и управления уровнем охраны труда

BIM-технология является инновационным проектом, и в то же время применение данной технологии в строительной компании можно назвать и инвестиционным вложением в будущее развитие этой компании, при этом трудно оценить его экономическую эффективность.

Если рассматривать BIM-технологию в качестве инвестиционной составляющей, то благодаря использованию данной технологии, компания может сократить сроки проектирования и строительства своих проектов, при этом получая конкурентное преимущество по сравнению с компаниями, где данная технология не применяется.

Рассматривая BIM-технологию в вопросе оценки организационно-экономической эффективности предлагаемой методики, следует рассмотреть следующие факторы. В работе [118] отмечалось, что культура производства падает, так как большинство организаций ищет дешёвую рабочую силу и привлекает малоквалифицированных работников из стран ближнего зарубежья,

как показано на рисунке 4.9, которые недостаточно хорошо представляют себе правила по охране труда на территории страны, в которой работают.



Рисунок 4.9 - Численность иностранных граждан, осуществлявших трудовую деятельность в России

Согласно данным Росстата за 2017 год доля иностранных граждан, получивших разрешения на работу в РФ составляла 1773,9 тыс. чел. при этом граждан из стран СНГ 1679,4 тыс. чел. а это 94,6% от общего количества, которые осуществляли свою трудовую деятельность на территории Российской Федерации. [125,148,149] В 2015 году в связи с уменьшением квот привлечения иностранной рабочей силы, а также изменениями в правилах получения разрешения на работы в РФ и экономического кризиса, вызвавшего обвал рубля, число иностранных граждан, имеющих действующее разрешение на работы резко сократилось (рисунок 4.10).

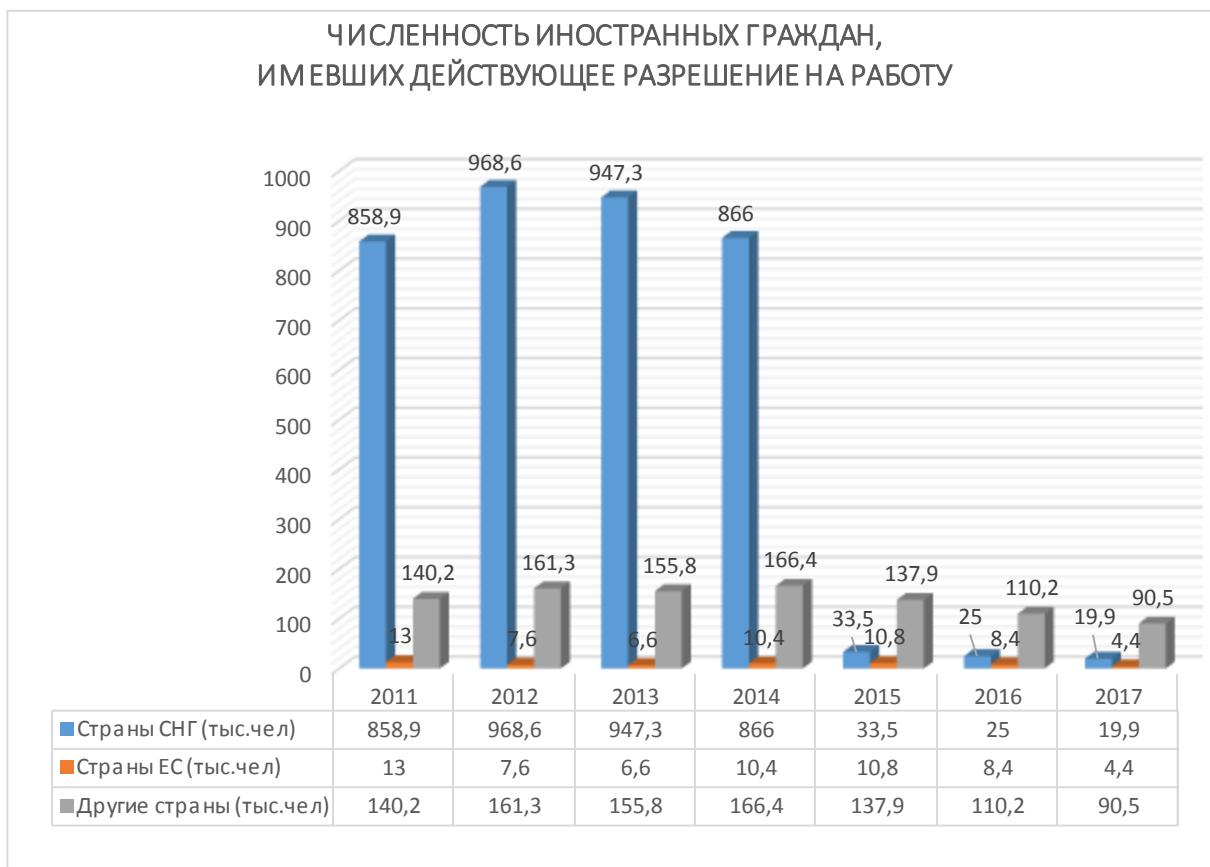


Рисунок 4.10 - Численность иностранных граждан, имевших действующее разрешение на работу

При этом численность иностранных граждан стран СНГ, получивших патенты на право трудовой деятельности в РФ с 2011 года по 2014 году росла: 2011 – 765 тыс.чел., 2012 – 1080 тыс. чел., 2013 – 1357 тыс. чел., 2014 – 2134 тыс. чел. Начиная с 2015 года, в связи с усложнившейся экономической ситуацией в РФ, число выданных патентов начало падать: 2015 – 1656,3 тыс. чел., 2016 – 1543,4 тыс. чел., не смотря на то, что были послабления получения патента для граждан Армении, Казахстана и Киргизии, но уже с 2017 года вновь был заметен рост числа выданных патентов иностранным гражданам, в 2017 – 1649,1 тыс. чел., 2018 – 1660,3 тыс. чел.

Отметим, что доля работников стран СНГ в 2011 – 2013 годах составляла 84% среди всех иностранцев, имеющих действующее разрешение на работу в РФ. Но уже в 2014 году доля иностранных граждан из стран СНГ составила 83%, в

2015 году – упала до 18%, за 2016-2017 годы – сократилась до 17% и держалась в течении двух кварталов 2018 года.

Анализируя возрастные показатели (рисунок 4.11) иностранных граждан можно видеть, что больший удельный вес приходится на возрастную группу 40-49 лет.



Рисунок 4. 11 - Распределение численности иностранных граждан, имевших действующее разрешение на работу, по возрастным группам в 2017 г.

Приезжая на работу в Российскую Федерацию иностранные, граждане сталкиваются с другими нормами и правила, а порой даже не знают языка страны, в которой осуществляют трудовую деятельность. Рассматривая в разрезе половой принадлежности иностранных граждан, получивших разрешения на работы в 2017 году – 114,9 тыс. чел., то численность мужчин составила 94,2 тыс. чел., женщин – 20,8 тыс. чел.

Государства, являющиеся основными экспортёрами рабочей силы на территорию РФ – это бывшие страны СНГ, а именно, Узбекистан, Таджикистан, Украина. Из других стран можно выделить: Китай, КНДР, Турцию, Вьетнам. В общем количестве иностранцев, имеющих действующие разрешение на работы на

2017 год 83% (94,9 тыс. чел.) являются гражданами стран дальнего зарубежья, в том числе: Китая (29,9%) – 34,4 тыс. чел., КНДР (20,9%) – 24,1 тыс. чел., Вьетнама (11,3%) – 13,0 тыс. чел., Турции (4,6%) – 5,4 тыс. чел. Среди стран СНГ, а это (17,3%) или 19,9 тыс. чел., лидирует Узбекистан (6,7%) – 7,7 тыс. чел., Таджикистан (3,8%) – 4,4 тыс. чел., и Украина (1,7%) – 2,0 тыс. чел.

Рассматривая строительную отрасль, то она занимает до 8,8% трудовых ресурсов или третье место после торговли и добычи ископаемых (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности в 2017 г.

	Тыс. чел.	%
Всего,	71843	100
из них по видам экономической деятельности:		
сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	5075	7,1
добыча полезных ископаемых	1127	1,6
производства	10173	14,2
обеспечение электроэнергией, газом; кондиционирование воздуха	1633	2,3
водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации		
отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	746	1,0
строительство	6319	8,8
торговля оптовая и розничная; ремонт транспортных средств	13686	19,0
транспортировка и хранение	5240	7,3
деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	1662	2,3
деятельность в области информации и связи	1447	2,0
деятельность финансовая и страховая	1424	2,0
деятельность по операциям с недвижимым имуществом	1934	2,7
деятельность профессиональная, научная и техническая	2922	4,1
деятельность административная и сопутствующие		
дополнительные услуги	1885	2,6
государственное управление и обеспечение военной		
безопасности; социальное обеспечение	3703	5,2
образование	5525	7,7
деятельность в области здравоохранения и социальных услуг	4450	6,2
деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и		
развлечений	1155	1,6
предоставление прочих видов услуг	1659	2,3

Немаловажным фактором, оказывающим влияние на производственный травматизм являются возрастные показатели работников, т.к. многие психологические, физиологические факторы работников по-разному проявляются в рабочем процессе, тем самым указывая на индивидуальные трудовые особенности. Проводя анализ статистики в разрезе возрастных показателей, можно отметить, что наиболее травмоопасными возрастными периодами являются работники до 25 лет и более 40-50 лет. У первых это проявляется тем,

что в данном возрасте работники часто пренебрегают правилами техники безопасности, проявляют излишнюю самоуверенность, иногда халатность и переоценку своих физиологических и психологических возможностей. У вторых сказываются такие факторы как: снижение бдительности, пренебрежение правилами техники безопасности, полагаясь на свой опыт, замедляется скорость реакции, проявляется рассеянность.

Для решения задачи уменьшения травматизма необходимо улучшать условия труда, производить обучение и переобучение персонала правилам техники безопасности, а также основам трудового законодательства РФ.

Следует отметить, что тот вред, который работник получает на предприятии, оказывает побочное влияние на само предприятие (экономические и репутационные потери), а если смотреть масштабно, то и на экономику в целом. Соответственно, необходимо производить совершенствование системы охраны труда. Основные решения в этой сфере принимаются самими предприятиями, и основная мотивировка в таких случаях носит экономический характер. Анализируя экономические расходы предприятий, дается возможность глубже понять движение денежных средств на обеспечения достойных условий труда и разрабатывать правила, которые способны эффективно воздействовать на управление процессом принятия решений. Таким образом, необходимо обратить пристальное внимание на экономику охраны труда.

Серьезными потерями в связи с несчастными случаями и профзаболеваниями являются неэкономические издержки. [150,151]. В это понятие входят как физические потери для пострадавшего, так и эмоциональный стресс, испытываемый постаревшим, родными и близкими.

Экономические потери, это те потери, которые можно посчитать и представить в денежном выражении [152-154], например, в виде убытков товара или услуг, которые имеют рыночную стоимость, или могут быть оценены специалистом. Они включают финансовые затраты для работника, потерю услуг, которые имеют рыночную стоимость, убытки, понесенные предприятием, а также утрату производственных мощностей, имеющихся у общества.

При проведении расчетов, необходимо грамотно разнести расходы по категориям во избежание двойного исчисления, например, страховая компания оплачивает стоимость расходов на лечение травмированных работников, работодатель выплачивает им зарплату, расходы в таком случае необходимо отнести на одного плательщика, как правило конечного, т.е. на предприятие. С другой стороны, говорить, что все экономические потери сводится к нереализованному производству тоже неправильно, хотя это объясняется тем что наблюдается спад производства на предприятиях, и в экономике в целом. Однако спад вряд ли сможет вобрать в себя все те расходы, которые связаны с травматизмом и профзаболеваемостью, как, впрочем, и замена одних работников, утративших трудоспособность на других. Все это нельзя рассматривать в качестве серьезного уменьшения спада, поэтому основная часть потерь в отношении общества в конечном итоге проявляется в виде сокращенного объема производства.

Согласно ФСС [18] выплаты по страхованию за 2016 год составили 66,8 млрд. руб. (больше, чем в 2015г. – 63,1 млрд. руб.), из них:

- 2,4 млрд. руб. – на пособия по временной нетрудоспособности в связи с трудовымиувечьями или профзаболеваниями;
- 52,8 млрд. руб. – на ежемесячные страховые выплаты;
- 1,9 млрд. руб. – на единовременные страховые выплаты;
- 9,6 млрд. руб. – на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию пострадавших.

В общей структуре расходов как представлено на рисунке 4.12, по обеспечению по страхованию доминируют расходы на ежемесячные страховые выплаты порядка 80%.

Если говорить о потерях рабочего времени из-за производственного травматизма и предоставляемых работникам компенсаций в связи с неблагоприятными условиями труда в виде ежегодного дополнительного оплачиваемого отпуска и сокращенной продолжительности рабочего времени, то в 2016 году они составили 140,6 млн. человеко-дней. Из них, 49,7% –

предоставление дополнительных отпусков, 41,2% – сокращение продолжительности рабочего времени, 9,1% – потери, в связи с производственным травматизмом, 0,65% – недопроизводство продукции или, в абсолютном выражении, 555,5 млрд. руб.

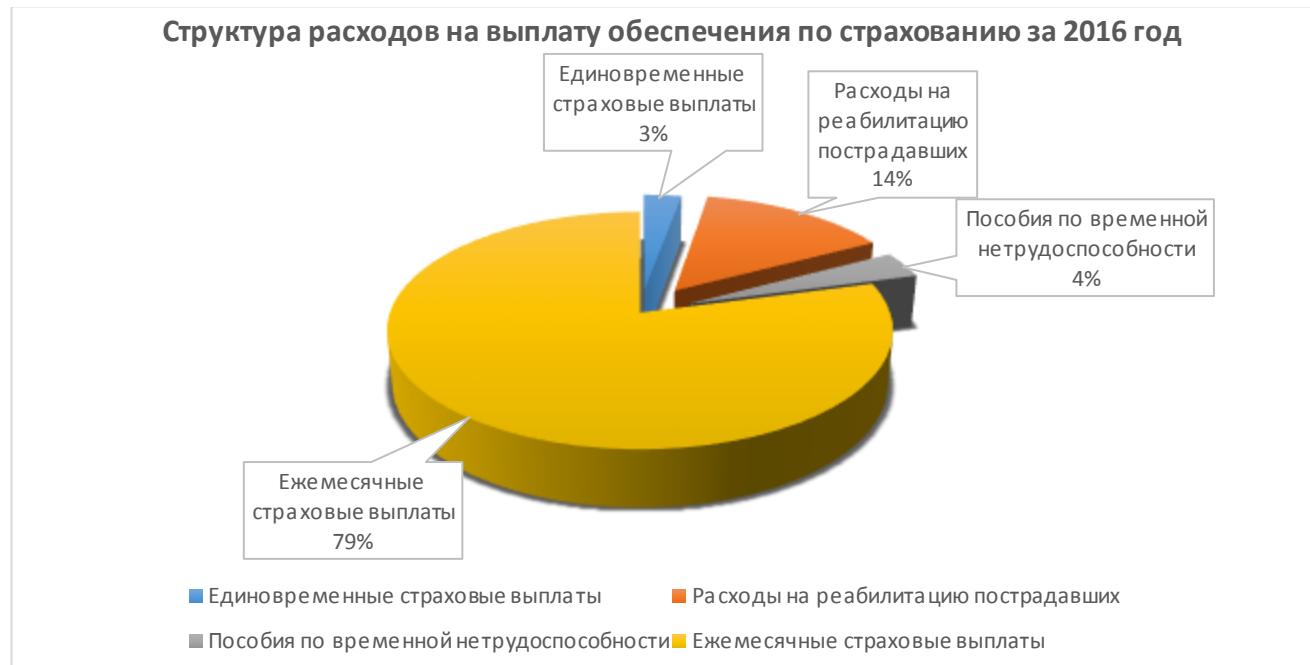


Рисунок 4.12– Структура расходов на выплату обеспечения по страхованию за 2016 год (по данным ФСС РФ)

Для оценки результатов мероприятий, направленных на улучшение охраны труда, используют следующие такие показатели как:

Состояние условий труда - оценивается непосредственно на рабочих местах; *социально-экономические показатели* - отражают экономию или предотвращение потерь живого и овеществленного труда в сфере личного потребления на предприятиях и в экономике в целом; *социальные показатели* отражают мероприятия по улучшению условий охраны труда и, определяются как разность до и после проведения данных мероприятий, и отражаются следующими показателями: Социальный эффект не всегда возможно оценить в денежном исчислении, чаще применяют натуральный эквивалент, т.е. количество сохранивших жизней, товаров и т.д. Таким образом, достижение социального эффекта является главной задачей охраны труда.

Однако, у большинства работодателей принято выражать социальные результаты в денежном выражении, а такие показатели уже имеют двойственную природу, и являются по сути социально-экономическим эффектом.

Экономические показатели представляют собой денежное выражение всех выгод, от внедрения новых методик по улучшению охраны труда. При этом выгоды могут быть следующими:

- увеличение прибыли предприятия в результате увеличения объема производства
- экономия фонда оплаты труда за счет условного высвобождения работников в результате повышения их производительности.
- уменьшение текучести трудовых ресурсов.
- сокращение компенсирующего отдыха.
- экономия на медицину, социальную и профессиональную реабилитацию.
- экономия по выплатам работникам, утратившим здоровье.
- экономия на страховых выплатах в связи с уменьшение производственного травматизма и др.

Принимая во внимание вышеперечисленные элементы, суммарный годовой экономический результат (P_{Γ}) от конкретного мероприятия по безопасности труда определяется как сумма всех экономических i -результатов, которые возможно получить от реализации данного мероприятия:

$$P_{\Gamma} = \sum P_i. \quad (4.15)$$

Результаты от внедрения данных мероприятий можно видеть как сразу после их реализации, так и в долгосрочной перспективе. Также результаты от внедрения определяются за период использования данных мероприятий, т.е. за время, необходимое для получения положительного экономического эффекта от внедрения.

Экономический эффект от мероприятий в сфере безопасности труда определяется как превышение стоимостных оценок конечных экономических результатов над совокупными затратами материальных, трудовых, финансовых и др. ресурсов за расчетный период по формуле: [59]

$$\mathcal{E}_\Gamma = P_\Gamma - Z_\Gamma, \quad (4.16)$$

где \mathcal{E}_Γ – годовой экономический эффект, руб.,

P_Γ – совокупный экономический результат от реализации мероприятий, руб.,

Z_Γ – совокупные затраты ресурсов за расчетный период, руб.

Экономический эффект от мероприятий в сфере охраны труда необходимо оценивать посредством сопоставления затрат, которые необходимы для проведения мероприятий и величины экономических выгод, полученных в результате реализации этих самых мероприятий:

$$\mathcal{E}_{\text{от}} = P_{\text{от}} - Z_{\text{от}}, \quad (4.17)$$

где $\mathcal{E}_{\text{от}}$ – годовой экономический эффект от мероприятий по охране труда, руб.,

$P_{\text{от}}$ – экономический результат от реализации мероприятий по охране труда, руб.,

$Z_{\text{от}}$ – совокупные затраты ресурсов за расчетный период, руб.

Экономический эффект от мероприятий в сфере промышленной безопасности следует оценивать посредством сопоставления затрат, необходимых для проведения мероприятий и величины ущерба от аварии, предотвращенного в результате реализации мероприятий:

$$\mathcal{E}_{\text{пб}} = P_{\text{пб}} - Z_{\text{пб}}, \quad (4.18)$$

где $\mathcal{E}_{\text{пб}}$ – экономический эффект от мероприятий по промышленной безопасности, руб.,

$P_{\text{пб}}$ – экономический результат от реализации мероприятий по промышленной безопасности, руб.,

$Z_{\text{пб}}$ – совокупные затраты ресурсов за расчетный период, руб.

На практике, в качестве экономических результатов от мероприятий в сфере промышленной безопасности выступает *предотвращенный экономический ущерб от аварий*:

$$\mathcal{E}_{\text{пб}} = U_{\text{пб}}(\Gamma) - Z_{\text{пб}}, \quad (4.19)$$

где Упб(г) – величина годового предотвращенного экономического ущерба от аварии, руб.

Экономический эффект от применения данной технологии, заключается, в том, что удается взять под контроль риски, которые могут негативно влиять на жизнь и здоровье людей, тем самым уменьшая травмоопасность на строительных объектах.

4.4. Выводы по четвёртой главе

1. BIM-технология – это инструмент для контроля уровня безопасности, позволяющий контролировать общие расходы на обеспечение требований по охране труда, влиять на процессы, происходящие во время производства строительно-монтажных работ и на подрядные организации, осуществляющие их, через мотивированную составляющую.

2. Анализируя пирамиду происшествий Хенриха на соотношение травм различной степени тяжести, разделив её на категории, такие как «опасное поведение» и «опасное условие», можно видеть, что основные траты денежных средств осуществляются тогда, когда работники получают легкие и тяжелые травмы. Именно выплаты ежемесячных страховых выплат доминируют в общей структуре выплат при производственном травматизме.

3. Использование BIM-технологии для расчета ИТСбк башенных кранов, дает возможность интегрировать геометрические параметры башенного крана и математический алгоритм для их оценки, в результате которой получается количественная оценка образовавшимся дефектам во время эксплуатации башенных кранов.

4. Предложен новый метод расчета технического состояния башенных кранов, повышающий уровень охраны труда, на основе интегрально-дифференциального подхода, учитывающий бальную оценку дефектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение новых информационных технологий в строительстве, в частности BIM-технологии, не только в технологические процессы, но и в процедуры оцифровки строительного производства при контроле безопасности производства работ, а также обеспечения необходимого уровня охраны труда с применением риск-ориентированного подхода, позволяет снизить субъективность оценок и поднять уровень безопасности работы строителей.

Предложенный в работе алгоритм мониторинга и оценки степени безопасности строительного производства и уровня охраны труда является универсальным, так как позволяет назначить те ключевые критерии проверок, которые бы соответствовали тому или иному производственному процессу строительства. При этом использование BIM-технологии позволяет интегрировать такие компоненты информационной среды как: геометрические и геолокационные параметры, вычислительные комплексы, обеспечивающие функционирование системы и информационный фонд, который может содержать информацию о проверяемых критериях с возможностью выдавать рекомендационные данные.

Основные результаты, полученные в процессе выполнения работы, следующие:

1. На основе методического документа МДС12-28.2006 «Методическое руководство по проведению экспертной оценки безопасности нестационарных рабочих мест на строительных местах» в результате вычисления и ранжирования опасных и вредных производственных факторов определены граничные значения индексов влияния этих факторов на все виды строительно-монтажных работ.
2. Предложен индекс безопасности строительства, позволяющий выявлять процессы и факторы, наибольшим образом влияющие на безопасность труда на строящемся объекте в динамике, что позволяет наиболее эффективно корректировать выбор защитных мер на строительной площадке.

3. Разработан матрично-индексный подход к контролю и оценке уровня состояния охраны труда на основе BIM-технологии при интеграции его с модернизированным методом Файна-Кинни, как метода качественно-количественного расчета влияния ущерба здоровью и жизни работника под действием рисковых ситуаций, который стал серьезным дополнением к расчёту индекса безопасности строительства.

Благодаря применению матрично-индексного подхода при оценке состояния охраны труда, можно дифференцировать риски, оценить уровень вероятности их возникновения, а также прогнозировать варианты влияния этих рисков на человека и/или предприятие в целом. Предложенный матрично-индексный подход может работать с любым количеством видов опасностей и любым количеством вариантов развития событий ущерба.

4. В целях повышения уровня охраны труда и основываясь на возможности информационной технологии, предложен новый метод расчета технического состояния башенных кранов на основе интегрально-дифференциального подхода, учитывающий бальную оценку дефектов.

Использование информационной технологии для расчета индекса технического состояния башенных кранов, дает возможность интегрировать геометрические параметры башенного крана и математический алгоритм для их оценки, в результате которой получается количественная оценка образовавшимся дефектам во время эксплуатации башенных кранов.

Применение информационных технологий в области охраны труда в строительстве позволит собирать и аккумулировать углубленные статистические данные, связанные с влиянием конкретных факторов на случаи травматизма. Последующая обработка данной информации, позволит выявить зависимость частоты несчастных случаев от тех или иных нарушений и уточнить их весовые значения. Учет опасности выявленных закономерностей, при сравнении их с прогнозными значениями, смогут осуществлять не только сами строительные организации, но и контролирующие их органы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Текст]: федеральный закон от 30.12.2009г. №384. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.minstroyrf.ru/docs/1241/> (дата обращения: 23.03.2017).
2. О требованиях пожарной безопасности [Текст]: федеральный закон от 22.07.2008 г. №123. [Электронный ресурс] // URL: <https://emsok.com/support/doc/FZ-123.pdf> / (дата обращения: 12.04.2017).
3. О принятии технического регламента таможенного союза "О безопасности машин и оборудования". [Текст]: Решение Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 N 823 (ред. от 16.05.2016). [Электронный ресурс] // URL: [https://set.rk.gov.ru/file/1\(906\).pdf](https://set.rk.gov.ru/file/1(906).pdf)/ (дата обращения: 18.06.2017)
4. СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве. Часть 1 Общие данные. [Текст].- М.: Стандартинформ, 2010.-57 с.
5. СНиП 14-04-2002 Безопасности труда в строительстве Часть 2. Строительное производство. [Текст] / [Электронный ресурс] // URL: http://gost-rf.ru/view_post.php?id=1034/ (дата обращения: 22.04.2017).
6. Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. №1047 – р «Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». [Электронный ресурс] // URL: [http://www.fire-engineering.ru/assets/files/SVOD_PRAVIL/1047-r.pdf/](http://www.fire-engineering.ru/assets/files/SVOD_PRAVIL/1047-r.pdf) (дата обращения: 11.07.2017).
7. ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения [Текст]. - Введ. 2017-03-01. - М.: Стандартинформ, 2016. - 46 с.
8. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Текст]. - Введ. 2017-03-01. - М.: Стандартинформ, 2016. - 10 с.

9. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Текст]. Введ. 1992-07-01.- М.: Стандартинформ, 2006. - 68 с.
10. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Текст]. - Введ. 1989-01-01. - М.: Стандартинформ, 2008. -50 с.
11. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования [Текст]. - Введ. 1982-01-01. - М.: ИПК. Издательство стандартов 2002. -15с.
12. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификации [Текст]. - Введ. 1990-06-30. - М.: ИПК. Издательство стандартов 2004. - 8с.
13. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения [Текст]. - Введ. 2015-01-01. - М.: Стандартинформ, 2015. - 13 с.
14. ГОСТ 23407-78. Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия [Текст].- Введ. 1979-06-30. - М.: ИПК. Издательство стандартов 2002. - 7с.
15. ГОСТ 26887-86. Площадки и лестницы для строительно-монтажных работ. Общие технические условия [Текст].- Введ. 1987-01-01. - М.: ИПК. Издательство стандартов 1998. - 5с.
16. ГОСТ 12.1.046-2014 ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок [Текст].- Введ. 2015-07-01. - М.: Стандартинформ, 2015. - 20 с
17. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 23.06.2014) "О противопожарном режиме" (вместе с "Правилами противопожарного режима в Российской Федерации") [Текст].- М.: 2012. -56с.
18. Доклад о результатах мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2016 году / Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации [Электронный ресурс].// URL: http://www.vcot.info/assets/files/researches/results_2016.pdf/ (дата обращения: 05.03.2018).

19. МОТ-СУОТ 2001 (ILO-OSH 2001) Руководство по системам управления безопасностью и охраной труда. Женева [Текст]. МОТ 2003. – 28 с.
20. ГОСТ Р 12.0.007-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию [Текст].- М.: Стандартинформ, 2008. - 33с.
21. Седюкевич, А. Г. Охрана труда в Великобритании [Текст] / А. Г. Седюкевич// [Электронный ресурс] // URL <https://pandia.ru/text/80/015/39342.php> / (дата обращения: 23.04.2018).
22. Рихтхофен, фон В. Инспекция труда: введение в профессию / Рихтхофен, фон В // Женева, Международное бюро труда, 2002 [Текст] [Электронный ресурс] // URL https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-/-europe/-/-ro-geneva/-/-sro-moscow/documents/publication/wcms_312440.pdf / (дата обращения: 24.05.2018).
23. Международный опыт: стратегические интересы западных стран в сфере охраны труда [Электронный ресурс] // URL <http://www.kiout.ru/info/publish/26437/> (дата обращения: 24.06.2018).
24. Фадеева, Г. Д. Охрана труда: зарубежный опыт [Текст] /Г. Д. Фадеева, И. Н. Гарькин, А. И. Забиров // Современная техника и технологии. - 2014. - № 6 [Электронный ресурс] // URL: <http://technology.sciencedata.ru/2014/06/4012/> (дата обращения: 23.09.2018).
25. Байгереев, М. С. СОУТ и СУОТ, не путайте [Текст]. /М. С. Байгереев // [Электронный ресурс] // URL: <http://www.hsac.ru/news/2013/683/> (дата обращения: 25.09.2018).
26. Управление охраной труда и рисками в соответствии с международными стандартами. [Электронный ресурс] // URL: pmguinfo.dp.ua/ (дата обращения: 25.10.2018).
27. Калинин, А. В. Состояние охраны труда на предприятиях в мире [Текст] / А. В. Калинин // Вопросы инновационной экономики. – 2011. – Том 1. – № 5. – С. 37-42.

28. Стратегия охраны труда в США [Электронный ресурс]. // URL: <http://otpfo.ru/strategiya-oxrany-truda-v-ssha.html/> (дата обращения: 25.09.2018).
29. Охрана труда за рубежом. [Электронный ресурс] //URL: <https://workersafety.livejournal.com/709.html/> (дата обращения: 02.10.2018).
30. Соловьев, А. Г. Охрана труда и защита пострадавших на производстве в США / А. Г. Соловьев// [Электронный ресурс] // URL: <http://otipb.ucoz.ru/publ/2-1-0-45/> (дата обращения: 25.10.2018).
31. Сорокина, Т. В. Охрана труда в Евросоюзе [Текст] / Т. В. Сорокина // [Электронный ресурс] // URL: <https://ohranatruda.ru/news/901/148726/> (дата обращения: 10.10.2018).
32. Конвенции и рекомендации Международной организации труда. Директивы Европейского союза по охране труда. [Электронный ресурс] // URL: https://studme.org/153893/bzhd/konventsii_rekomendatsii_mezhdunarodnoy_organizatsii_truda_direktivy_evropeyskogo_soyuza_ohrane_truda/ (дата обращения: 15.10.2018).
33. Законодательства ЕС по вопросам охраны труда [Электронный ресурс]// URL: https://vuzlit.ru/134424/zakonodatelstva_voprosam_ohrany_truda/ (дата обращения: 27.10.2018).
34. Международные стандарты, Директивы Евросоюза и российские ГОСТы [Электронный ресурс] // URL: <http://rotest.ru/mezhdunarodnye-standarty/> (дата обращения: 25.10.2018).
35. Руководство по выполнению директив, базирующихся на принципах Нового подхода и Глобального подхода Люксембург: Офис официальных публикаций Европейского Сообщества 2000 – 112 стр. – 21 x 29,7 см ISBN 92-828-7500-8 [Электронный ресурс] // URL: <http://ctec.lv/userfiles/files/New%20Approach%20and%20European%20standardisation.pdf/> (дата обращения: 25.10.2018).
36. Профессиональные риски на предприятии и системы управления охраной труда за рубежом [Электронный ресурс] // URL: <https://studwood.ru/676828/bzhd/vvedenie/> (дата обращения: 25.10.2018).

37. Системы менеджмента в области охраны труда и предупреждения профессиональных заболеваний. руководящие указания по применению OHSAS 18001 [Электронный ресурс] // URL: http://www.kiout.ru/files/OHSAS_18002-2000.PDF/ (дата обращения: 25.10.2018).
38. Законодательная основа Евросоюза по вопросам охраны труда. Директивы ЕС по охране труда [Электронный ресурс] // URL: <https://svyatik.org/svarka-1102.html/> (дата обращения: 25.10.2018).
39. Состояние охраны труда на предприятиях США [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kiout.ru/info/publish/392/> (дата обращения: 25.10.2018).
40. Стратегия охраны труда в США [Электронный ресурс] // URL: <http://otpfo.ru/strategiya-oxrany-truda-v-ssha.html/> (дата обращения: 25.10.2018).
41. Левашов, С. П. Мониторинг и анализ профессиональных рисков в России и за рубежом [Текст]: монография / С. П. Левашов; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Курганский гос. ун-т". – Курган : КГУ, 2013. — 345с.
42. Федеральный закон "О специальной оценке условий труда" от 28.12.2013 N 426-ФЗ [Электронный ресурс] // URL: <http://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-28122013-n-426-fz-o/> (дата обращения: 25.10.2018).
43. Федеральный закон "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении Государственного контроля (надзора) и муниципального контроля" от 26.12.2008 N 294-ФЗ [Электронный ресурс]// URL: http://legalacts.ru/doc/294_FZ-o-zawite-prav-jur-lic/ (дата обращения: 25.10.2018).
44. О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов Государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации. [Текст]: постановление Правительства РФ от 17.08.2016 N 806 "" (вместе с "Правилами отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска

- или определенному классу (категории) опасности") [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mkpcn.ru/mkpcn/zakon/28-33-2016.pdf/> (дата обращения: 25.10.2018).
45. Постановление Правительства РФ от 01.09.2012 N 875 (ред. от 30.04.2018) "Об утверждении Положения о федеральном государственном надзоре за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права" [Электронный ресурс] // URL: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-01092012-n-875/> (дата обращения: 25.10.2018).
46. Шарманов, В. В. Методика оценки факторов достижения безопасности на строительной площадке на основе информационного моделирования [Текст] / В. В. Шарманов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2017. – № 3 (34). – С.72-79.
47. Лайтинен, Х. Пособие по наблюдению за условиями труда на рабочем месте в промышленности. Система Элмери [Текст] / Х. Лайтинен [и др.] // – Хельсинки: Институт профессионального здравоохранения Финляндии, 2000. – 24 с.
48. Ефремова, О. С. Профессиональный риск. Оценка и определение: практическое пособие [Текст] / О. С. Ефремова // – М.: Альфа-Пресс, 2010. – 336 с.
49. Быстрова, И.Б. Метод FMEA в системах управления охраной труда [Текст] / И.Б. Быстрова // Охрана труда и социальная защита. – 2007. – № 7. – С. 22–24.
50. Севастьянов, Б. В. Методы количественных оценок в менеджменте производственных и профессиональных рисков [Текст] / Б. В. Севастьянов, И. Ю. Лобова // Безопасность в техносфере. – 2008. – № 1. – С. 13–18.
51. Методическое руководство по проведению экспертной оценки безопасности нестационарных рабочих мест на строительных объектах. МДС 12-28.2006/ФГУ ЦОТС. - М.: ФГУП ЦПП, [Текст].– Москва: 2007. - 74 с.
52. Совершенствование технологии экспертной оценки профессионального риска на рабочих местах [Текст] / Ю. А. Булавка // Безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 7. – С. 9–15.

53. Краснощекова, Е. А Методика оценки социально-экономического состояния охраны труда на российских предприятиях [Текст] / Е. А. Краснощекова // Вестник Саратовского гос. тех. университета. - 2011. — №2 - С. 279-283.
54. Керб, Л. П. Основы охраны труда: Уч. пособие / Л. П. Керб // — К.: КНЕУ, 2003. — 215 с.
55. Оценка профессиональных рисков производственного травматизма и профессиональных заболеваний [Текст] / В. Король [и др.] // НИИ труда Респ. Беларусь. – Минск, 2010. [Электронный ресурс] // URL: <https://otb.by/news/1913-online-marafon-ministerstva-truda-ocenka-riskov/> (Дата доступа: 30.10.2017).
56. Risk management – Risk assessment techniques: ISO / IEC 31010 : 2009. It is commissioned 2009-10-09 [Text] – Geneva : IEC, 2009. – 92 p.
57. Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis : IEC 60812 : 2006. It is commissioned 2006-01-01. – Geneva : IEC [Text] 2006. – 54 p.
58. Environmental Risk Management – Principles and Process: HB 203 : 2006. It is commissioned 2006-02-24. – [Text] // Sydney: Standards Australia International; Wellington N.Z.: Standards New Zealand – 2006. – 98 p.
59. Fault tree analysis : IEC 61025 : 2006. It is commissioned, 2006-12-13 [Text].// – Geneva : IEC. – 58 p.
60. Hazard and operability studies (HAZOP studies). Application guide : IEC 61882 : 2001. It is commissioned 2001-05-01. [Text] – Geneva: IEC. – 64 p.
61. Степанов, И. С. Методы анализа и оценки рисков в системах управления охраной труда и промышленной безопасности [Текст] / И. С. Степанов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – М.: Горная книга. – 2016. – № 3 (спец. выпуск 11). – 12 с.
62. Современное состояние и совершенствование методики экспертной оценки профессионального риска на рабочих местах [Текст] / Ю. А. Булавка // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. – 2013. – № 3. – С. 156–163.

63. Ройк, В. Д. Профессиональный риск: оценка и управление [Текст] / В. Д. Ройк // – М.: АНКИЛ, 2004. – 224 с.
64. Миллерман, А. С. Андеррайтинг в страховании инвестиционных проектов. учебное пособие [Текст] /А. С. Миллерман // - М.: АП «Наука и образование», 2012. - 104с.
65. Максымива, В.С. Экономика безопасности труда [Текст] / В. С. Максымив, А. Н. Никулин, М. Л. Рудаков // Учебное пособие. СПб Издательство «ЮПИ», 2016. – 120 с.
66. Зильберман, А. С. Роль охраны труда и ее состояние на современном производстве [Текст] / А. С. Зильберман // Молодой ученый. — 2019. — №6. — С. 277-279.
67. Фомин, А. И. Современные проблемы охраны труда на производстве [Текст] / А. И. Фомин, И. М. Анисимов // Научно – технический журнал. - 2015. - №2. - С.74-78.
68. Шилов, А. В. Актуальные проблемы охраны труда и безопасности в строительной отрасли [Текст] / А. В. Шилов // Инженерный вестник Дона №3 2016 с. 1-7.
69. Морозова, Т. Ф. Оценка рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта на примере бизнес-центра [Текст] /Т. Ф. Морозова, Н. А. Лаптева // Инженерно- строительный журнал №2 2011 г. С.48-51.
70. Морозова, Т. Ф. Оценка рисков в строительстве [Текст] / Т. Ф. Морозова, Л. А. Кинаят, А. Ж. Кинаят // Интернет-журнал Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. №5 (10) С. 68-76.
71. Симанкина, Т. Л. Совершенствование календарного планирования ресурсосберегающих потоков с учетом аддитивности интенсивности труда исполнителей: дис. канд. тех. наук: 05.23.08/ Симанкина Татьяна Леонидовна; СПб, 2007. -154 с.
72. Романович М. А. Повышение организационно-технологической надежности монолитного домостроения на основе моделирования параметров

календарного плана: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.08/ Романович Марина Александровна; СПб, 2015. -166 с.

73. Eastman, C. An Outline of the Building Description System. [Text] / C Eastman, D. Fisher, G. Lafue, J. Lividini, D. Stoker, C. Yessios // FRIC. 2016. pp. 1-22.

74. Отчет: Оценка применения BIM-технологий в строительстве. Результаты исследования эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний. [Электронный ресурс] // URL: http://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchot.pdf/ (дата обращения: 25.10.2018).

75. Арсеньев, Д. Г. Международное сотрудничество в строительном образовании и науке [Текст] / Д. Г. Арсеньев, Н. И. Ватин // Строительство уникальных зданий и сооружений.- 2012. - № 2. - С. 1-5.

76. Шарманов, В. В. Трудности поэтапного внедрения BIM [Текст] / В. В. Шарманов, А. Е. Мамаев, А. Е. Болейко, Ю. С. Золотова // Строительство уникальных зданий и сооружений, - 2015, - №10 (37). - С.108-120.

77. Постнов, К. В. Применение BIM-технологий в процессах управления проектными организациями [Текст] / К. В. Постнов// Научное обозрение. - 2015. - № 18. - С. 367-371.

78. Panteleeva, M. S. BIM-technology and peculiarities of strategic management construction enterprise. [Text] /M. S. Panteleeva, A. V. Unosheva// Science, technology and higher education, 2016. - pp. 52-56.

79. Юношева, А. В. BIM-технология и особенности стратегического управления строительным предприятием [Текст] /А. В. Юношева // Труды ЭУИС МГСУ. Москва: Изд-во НИМГСУ, - 2016. - С. 50-53.

80. Aziz, D. ICT Evolution in Facilities Management (FM): Building Information Modelling (BIM) as the Latest Technology [Text] / D. Aziz, A. H. Nawawi, R. M. Ariff // Procedia - Social and Behavioral Sciences. - 2016. - №. 234. - pp. 363–371.

81. Dinga, L.Y. Construction risk knowledge management in BIM using ontology and semantic web technology [Text] / L. Y. Dinga, B. T. Zhonga, S. Wub, H. B. Luoa // - 2016.- No. 87.- pp. 202–213.

82. Jee Woong Parka, Self-corrective knowledge-based hybrid tracking system using BIM and multimodal sensors [Text] / Jee Woong Parka, Jingdao Chenb, Yong K. Choa // Advanced Engineering Informatics, 2017. - №. 32.- pp. 126-138.
83. Zoua, Y., Kiviniemib, A., Jonesa, S.W. A review of risk management through BIM and BIM-related technologies [Text] / Y. Zoua, A. Kiviniemib, S. W. Jonesa // Safety Science, 2016. - №. 81.- pp. 78-83.
84. Aziz, D. Building Information Modelling (BIM) in Facilities Management: Opportunities to be Considered by Facility Managers [Text] / D. Aziz, A. H. Nawawi, R.M. Ariff // Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2016. - №. 234.- pp. 353-362.
85. Sigalov, K. Recognition of process patterns for BIM-based construction schedules [Text] /K. Sigalov, M. Konig // Advanced Engineering Informatics. 2017. - №. 31. - pp. 45-48.
86. Bradley, H. BIM for infrastructure: An overall review and constructor perspective [Text] /H. Bradley, R. Lark, S. Dunn// Automation in Construction. 2016. - №. 71(2). - pp. 139-152.
87. Wetzel, E.M. The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes [Text] / E.M Wetzel, W.Y. Thabet // Automation in Construction. 2015. - №. 60. - pp. 12-24.
88. Kang, T. W. A study on software architecture for effective BIM/GIS-based facility management data integration [Text] / T. W. Kang, C. H. Hong // Automation in Construction. - 2015. - №. 54. - pp. 25-38.
89. Пастухова, М. В. Современные технологии информационного моделирования как инструмент управления территориальным планированием [Текст] / М. В. Пастухова // Теория современного города: прошлое, настоящее, будущее. - 2016. - С. 183-185.
90. Кузнецова, К. К. Применение 4D BIM-технологий для управления архитектурным проектом [Текст]. / К. К. Кузнецова, П. Н. Гаряев // Труды ЭУИС МГСУ. Москва: Изд-во НИМГСУ, - 2016. - С. 300-304.
91. Sijie Zhang. Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules [Text] / Sijie Zhang, Jochen Teizer,

- Jin-Kook Lee, Charles M. Eastman, Manu Venugopal // Automation in Construction. – 2013. - Vol.29.- pp. 183-195.
92. Vacharapoom Benjaoran. An integrated safety management with construction management using 4D CAD model [Text]/ Vacharapoom Benjaoran, Sdhabhon Bhokha // Safety Science. 2010. -Vol.48. - pp. 395-403.
93. 3D-проектирование будет использоваться в области промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс] //URL: <http://www.minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/> (дата обращения: 19.02.2018).
94. NBS National BIM report 2014 [Электронный ресурс] // URL: <file:///C:/Users/vladimir.sharmanov/Downloads/NBS-National-BIM-Report-2014.pdf/> (дата обращения: 19.02.2019).
95. Fernando, G. The Implementation of Building Information Modelling in the United Kingdom by the Transport Industry (2014) [Text] / G. Fernando, B. Blanco, H . Chen // Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2014. - № 138. - pp. 510-520.
96. Kristianto, M. A. Analyzing Indoor Environment of Minahasa Traditional House Using CFD (2014) [Text] / M. A. Kristianto, N. A. Utama, A. M. Fathoni // Procedia Environmental Sciences, 2014. - № 20. - pp. 172-179.
97. Cambeiro, F.P. Integration of Agents in the Construction of a Single-family House through Use of BIM Technology [Text] / F.P. Cambeiro, F. P. Barbeito, I. G. Castaño, M. F. Bolíbar, J. R. Rodríguez// Procedia Engineering, 2014. - № 69. - pp. 584-593.
98. Asojo, A.O. Connecting Academia with Industry: Pedagogical Experiences from a Collaborative Design Project [Text] / A. O. Asojo // Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2013.- № 105. - pp. 304-313.
99. Romanov, N. P. Architectural visualization in Lumion [Text] / N. P. Romanov, O. V. Averyanov, A. G. Mkhitaryan // Construction of Unique Buildings and Structures, 2014. - № 7(22). - pp. 239-252.

100. Chalfoun, N. Greening University Campus Buildings to Reduce Consumption and Emission while Fostering Hands-on Inquiry-based Education [Text] / N. Chalfoun // Procedia Environmental Sciences, 2014. - № 20. - pp. 288-297.
101. Caldwell, G. A. First Year Design “Visualisation II”: The Hybridisation of Analogue and Digital Tools[Text] / G. A. Caldwell, S. Woodward // Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2012. - № 51. - pp.989-994.
102. Porter, S. Breaking into BIM: Performing static and dynamic security analysis with the aid of BIM [Text] /S. Porter, T. Tan., G. West //Automation in Construction, 2014.- № 40. - pp.84-95.
103. Reizgevičius, M. Efficiency Evaluation of 4D CAD Model [Text] / M, Reizgevičius, L. Ustinovičius, R. Rasiulis // Procedia Engineering, 2013. - № 57. - pp. 945-951.
104. Ramesh, K. M., Santhi, H. M. Constructability Assessment of Climbing Formwork Systems Using Building Information Modeling [Text] / K. M. Ramesh, H.M. Santhi // Procedia Engineering, - 2014. - № 643.- pp.1129-1138.
105. Migilinskas, D. The Benefits, Obstacles and Problems of Practical Bim Implementation [Text] / D. Migilinskas, V. Popov, V. Juocevicius, L. Ustinovichius // Procedia Engineering, - 2013. - № 57. - pp.767-774.
106. Horvat, M. Tools and Methods for Solar Design–An Overview of IEA SHC Task 41, Subtask B [Text] / M. Horvat, M.-C. Dubois //Energy Procedia, 2012. - № 30. - pp. 1120-1130.
107. Colucci, A. Toronto Solar Ready: Proposing Urban Forms for the Integration of Solar Strategies [Text] /A. Colucci, M. Horvat, M. Making // Energy Procedia, 2012. – № 30. - pp. 1090-1098.
108. Shaaban, W. A. Protect our Environment through Developing Architectural Design towards Sustainability by Applying its Principles into Design Tools [Text] / W. A. Shaaban, A. Neama // Procedia - Social and Behavioral Sciences,2012.- № 68.- pp. 735-751.

109. Chen, D. Macroeconomic control, political costs and earnings management: Evidence from Chinese listed real estate companies [Text] / D. Chen, Li. J., Liang S, G . Wang // China Journal of Accounting Research, 2011. - № 4(3), - pp. 91-106.
110. Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. SmartMarket Report. [Text] // McGraw-Hill Construction 2010.
111. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ ПРИКАЗ от 29 декабря 2014 г. № 926/пр «Об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» [Электронный ресурс] //URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf/> (дата обращения: 25.10.2018).
112. Свидетельство о депонировании произведения: «Пособие по оценке состояния охраны труда и техники безопасности на объектах промышленно-гражданского строительства с применением технологии информационного моделирования зданий и сооружений «Safety Index» (объект интеллектуальной собственности) №017-006628, ISBN: 978-5-4472-6689-9, правообладатель: ООО «НТЦ «Эталон» (RU).
113. Талапов, В. В. BIM: что под этим обычно понимают [Текст] /В. В. Талапов // [Электронный ресурс] // URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078/ (дата обращения 23.04.2017).
114. BIM. Лучшая практика внедрения ИТ-технологий в градостроительной сфере. // Издательский дом «Строительный Эксперт» [Электронный ресурс] // URL: <https://ardexpert.ru/article/4239/> (дата обращения 08.06.2017).
115. Свидетельство о Государственной регистрации программы для ЭВМ №2017663000 «SafetyIndex», правообладатель: ООО «НТЦ «Эталон» (RU).
116. СП 12-133-2000 Безопасность труда в строительстве. Положение о порядке аттестации рабочих мест по условиям труда в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве [Текст].– М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000.- 37 с.

117. Приказ Минтруда России №155н от 28.03.2014 г. Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте. (Зарегистрировано в Минюсте России 05.09.2014 г. № 33990) [Электронный ресурс] // <https://minjust.consultant.ru/documents/11490/> (дата обращения 08.06.2017).
118. Шарманов, В.В. BIM и Андеррайтинг – точки соприкосновения [Текст] /А.Е. Мамаев, А. С. Болейко, Ю. С. Золотова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук журнал. - 2016. - №1-3. С. 167-173.
119. Гандзюк, М. П. Охрана труда [Текст] / Э. П Желиба, М. О. Халимовская // Под ред. Гандзюка М. П. – М.: Каравелла, - 2003. – 405 с.
120. Трудовой кодекс Российской Федерации: [федер. закон: принят Гос. Думой 21 дек. 2001 г.: по состоянию на 1 мая 2016 г.] [Текст].– М.: Эксмо, 2016. - 334 с.
121. Кофанов А. В. Безопасность труда в строительном комплексе России [Текст] / А. В. Кофанов // Строительство: наука и образование. - 2011. - № 2. - С. 1–8.
122. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / Б39 С. В. Белов, А. В. Ильницкая, А. Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С. В. Белова. 7-е изд., стер. – М.:Высш.шк., 2007. – 616 с.
123. Методические указания по оценке уровня профессионального риска. Н.Новгород: ННГАСУ, 2013. – 40 с. [Электронный ресурс] // URL: http://www.bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/labor_safety/851223.pdf/ (дата обращения 15.04.2019).
124. Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда. Обзор результатов общероссийского мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации. [Электронный ресурс] //URL: <http://eisot.rosmintrud.ru/monitoring-uslovij-i-okhrany-truda/> (дата обращения 23.04.2019).
125. Российский статистический ежегодник: Стат. сб./Росстат. Р76. М., - 2016. – 725 с.
126. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ) М.: 2017 [Электронный ресурс] // URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (Дата обращения: 18.03.2017).

127. Особенности страхования строительно-монтажных работ (СМР) по полисам CAR и EAR. [Электронный ресурс] // URL:

<http://strahovkunado.ru/insur/strakhovanie-cmr.html/> (Дата обращения: 27.03.2017).

128. Закон РФ «Об организации страхового дела в Российской Федерации» (с изменениями на 3 июля 2016 года) (редакция, действующая с 1 января 2017 года) М.: 2016 [Электронный ресурс] // URL: <http://docs.cntd1ru/document/9003385/> (Дата обращения: 19.12.2017).

129. OHSAS18001 - международный стандарт профессионального здоровья и безопасности. Пирамида происшествий. [Электронный ресурс] // URL: <http://ohsas18000.narod.ru/Pyramid.html/> (дата обращения 23.07.2017).

130. Осипова, Е.В. Пути снижения аварийности башенных кранов / Е.В. Осипова, Н.И. Свидан // [Электронный ресурс] // URL: <http://maspk.ru/journal/vypusk-7-9-mart-2016/osipova-svidan-puti-snizheniya-avariynosti-bashennykh-kranov/> (дата обращения: 21.10.2018).

131. Лезина, К. С. Исследование аварийности и травматизма при эксплуатации башенных кранов [Текст] / К. С. Лезина, С. И. Вахрушев С. И. // Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Материалы конференции. Т: 2: - 2016. - С. 233-241.

132. Строительство в России 1966-2017 гг. [Текст] - 2016. - С. 411-415. [Электронный ресурс] // URL: <https://aftershock.news/?q=node/617981&full/> (дата обращения: 18.10.2018).

133. Синельщиков, А. В. Устойчивость башенных кранов при переменных эксплуатационных состояниях [Текст] /А. В. Синельщиков, Б. Л. Булатов Б. Л// Вестник АГТУ, - 2012. - № 2 (54). - С. 41-44.

134. Даурбеков, А. М. Оценка риска при эксплуатации подъемных сооружений / Актуальные направления научных исследований: перспективы развития: [Текст] / А. М. Даурбеков // материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 16

июля 2017 г.). редкол.: О. Н. Широков [и др.] – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. – С. 156-158.

135. Кычкин, В. И. Диагностика технического состояния металлоконструкций строительных и дорожных машин. Оценка остаточного ресурса с учетом риска [Текст] / В. И. Кычкин, Л. А. Рыбинская // Учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. — 162 с.

136. Бузуев, И. И. Безопасность эксплуатации грузоподъемных машин с истекшим нормативным сроком службы [Текст] / И. И. Бузуев, А. П. Овчинников // Методические указания по выполнению практических занятий / Самар. гос. техн. ун-т; Сост.: И. И. Бузуев, А. П. Овчинников, Самара, 2009. - 35 с.

137. Пономарев, А. Б. Проектирование установки монтажных кранов на строительной площадке [Текст] / А. Б. Пономарев, А. В. Захаров, Д. Г. Золотозубов, С. В. Калошина // учеб.-метод. пособие – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, - 2015. – 318 с.

138. Котельников, В. С. Качественное проведение технического освидетельствования грузоподъемных кранов - залог их безаварийной эксплуатации. [Текст] / В. С. Котельников, Л. А. Невзоров // М.: Изд-во журнала «Безопасность труда в промышленности», - 2001. - № 10. - С. 2-5.

139. Солодовников, А. В. Проведение обследования технического состояния и проверка документации объектов на которых используются подъемные сооружения. [Текст] / А.В. Солодовников, Н. З. Зарипов // Изд. 5-е, -Уфа: УГНТУ. - 2014. - 89 с.

140. Стерехов, А. В. Оценка опасности подъемных сооружений при осуществлении производственного контроля и экспертизы промышленной безопасности [Текст] / А. В. Стерехов, А. Н. Фахретдинов, Н. В. Симонов, В. Ю. Сыроежкин, В. К. Разинков // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов №: 4: - 2015.- С. 65-67.

141. Шарманов, В. В. Оценка состояния техники безопасности и охраны труда на строительной площадке на основе BIM технологий [Текст] / Т. Ф. Морозова, А. В.

Мамаев, С. Н. Софонеева// В сборнике: ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ВЕСНА - 2016. [Материалы 14-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности. Ответственный редактор: И. П. Степанова]. -2016. - С. 181-187.

142. Шарманов В. В. Контроль рисков строительства на основе BIM-технологий [Текст] / В. В. Шарманов, Т. Л. Симанкина, А. Е. Мамаев // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2017. - № 12 (63). - С. 113-124.

143. Мамаев А. Е. Методика мониторинга календарного графика строительства [Текст] / А. Е. Мамаев // Фундаментальные исследования. - 2017. - № 8-2. - С. 270-275.

144. РД 10-112-1-04 «Рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Общие положения.» (утв. Федеральной службой по технологическому надзору от 26.04.2004). [Электронный ресурс] // URL <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=391295#00950358050590540/> (дата обращения: 18.10.2018).

145. СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве // Аналитический информационный центр «Стройтрудобезопасность». [Текст]. – М: ГУП ЦП, 2003. – С. 54-58.

146. РД 10-112-2-09 «Методические рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Часть 2. Краны стреловые общего назначения и краны-манипуляторы грузоподъемные» (утв. "НИИкраностроения" от 27.03.2009) [Электронный ресурс] // URL: <http://www.internet-law.ru/stroyka/doc/57196/> (дата обращения: 12.10.2018).

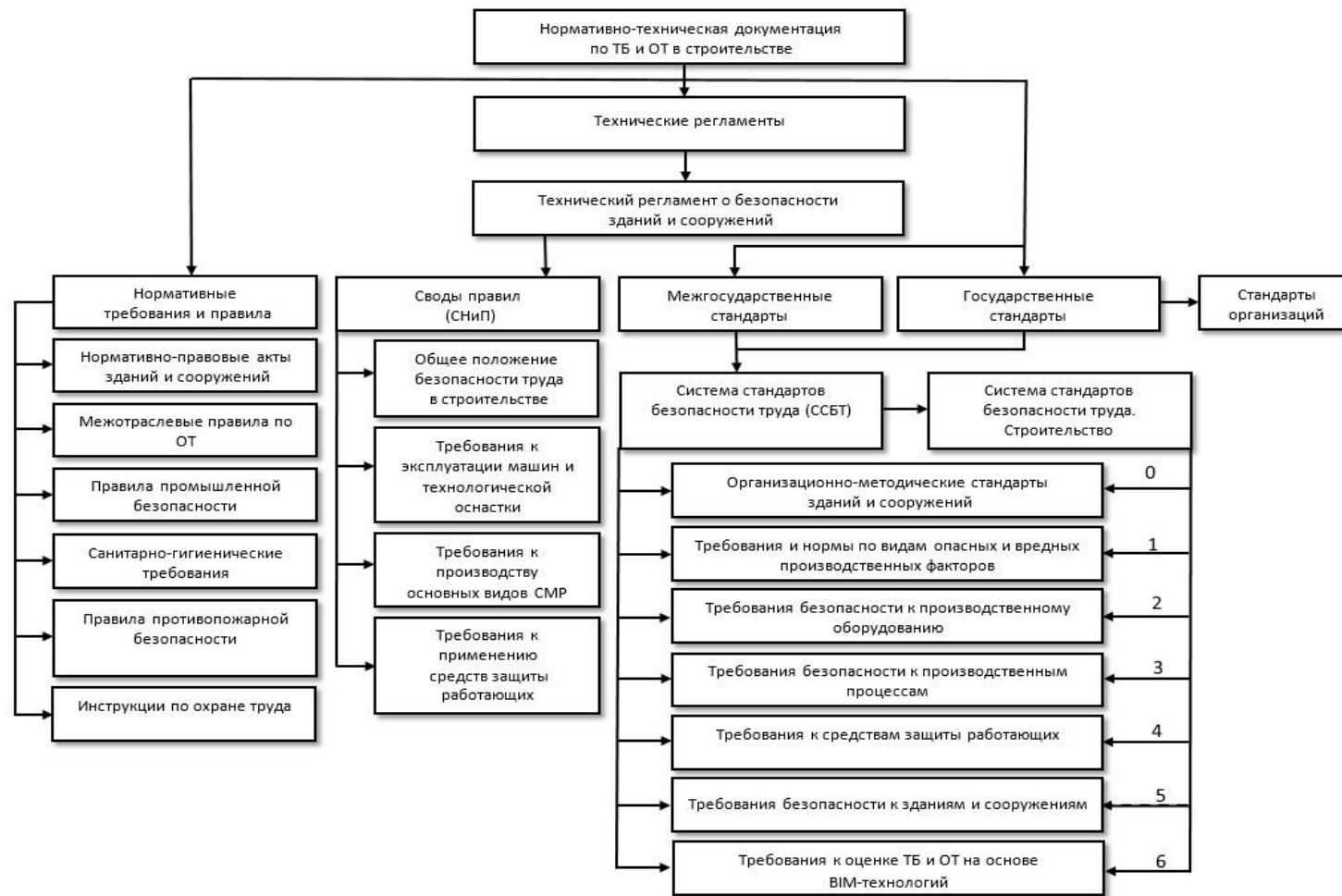
147. РД 10-112-3-97 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 3. Башенные, стреловые несамоходные и мачтовые краны, краны-лесопогрузчики» (утв. "Госгортехнадзор РФ от 13.11.1997 № 12-7/1056) [Электронный ресурс]. // URL: http://www.nppego.com/Libr/Docs/Metod/10_112_3_97.pdf/ (дата обращения: 12.10.2018).

148. Труд и занятость в России 2015 Статистический сборник. М.: 2015 Стат. сб./Росстат. - Т78 М., -2015. - 274 с.
149. Россия в цифрах. 2016: Крат. стат. сб./ Росстат- М., - Р76. - 2016 - 543 с.
150. Сидельникова, О. П. Проблемы безопасности труда в строительстве [Текст] / О.П. Сидельников // Интернет-весник ВолгГАСУ . . - 2013. Вып.2(27). - С.1-3.
151. Азаров, В. Н. Предложения по совершенствованию метода статистического анализа травматизма в строительстве [Текст] / В. Н. Азаров, Е. И. Богуславский, А. А. Глушко // Вестник ВолгГАСУ. - 2007. - Вып.7(26). - С.129-134.
152. Сухачев А. А. Охрана труда в строительстве [Текст] / А. А. Сухачев// Учебник – 2 – е изд. М.: КНОРУС, - 2013. – 272 с.
153. Субрегиональное бюро МОТ для стран Восточной Европы и Центральной Азии «ОХРАНА ТРУДА И БИЗНЕС» [Текст] - М.: Бюро МОТ.- 2007г. - 132 с.
154. Приказ Минтруда России от 01.06.2015 № 336н «Об утверждении Правил по охране труда в строительстве» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2015 № 38511) [Электронный ресурс] // URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mintruda-rossii-ot-01062015-n-336n/> (дата обращения: 16.03.2019).
155. Шарманов, В. В. Методика технической экспертизы башенного крана на основе BIM-технологии /Т. Л. Симанкина, А. Е. Мамаев, М. А. Романович // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. -2019. - №2. - С.76-86.

ПРИЛОЖЕНИЯ

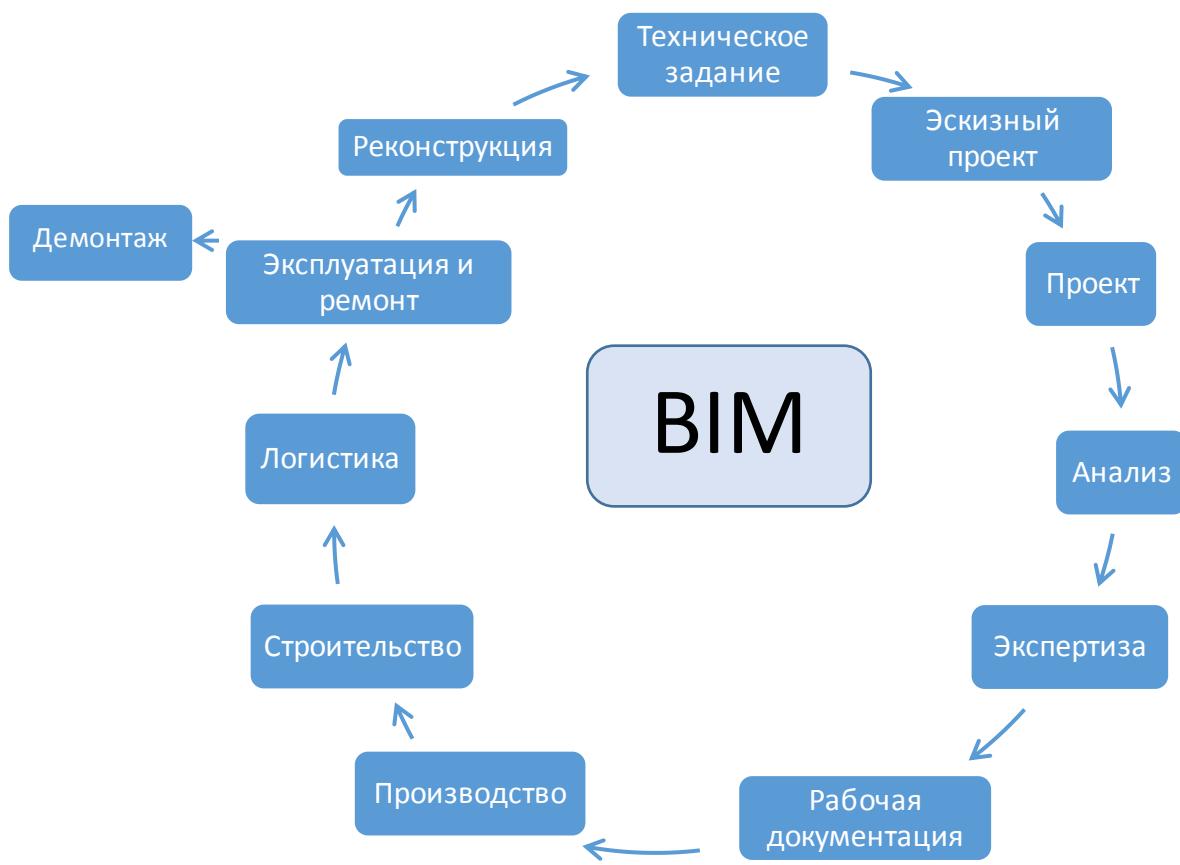
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура нормативной документации по безопасности труда в строительстве



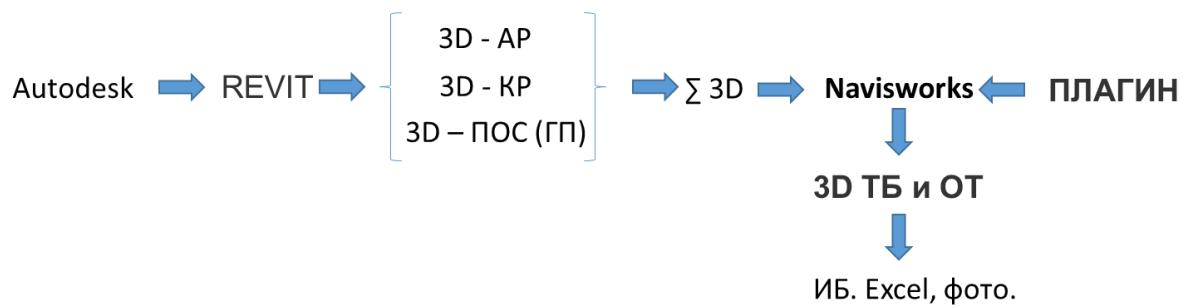
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Типовой процесс создания объекта строительства



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Алгоритм построения 3D модели и работы по контролю за уровнем ОТ



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Акт внедрения



ООО «НТЦ «Эталон», ИНН 7814543947, Россия, 197348, Санкт-Петербург, Богатырский пр-кт, дом 2, литер А
+7 (812) 348-33-31, info.ntc@etalongroup.com, www.ntc-etalon.com

А К Т

о реализации научных результатов, полученных
в ООО «Научно-техническом центре «Эталон»

Данным актом подтверждается участие инженера ООО «НТЦ «Эталон» Шарманова В.В. в разработке и внедрении методики контроля техники безопасности на строительных площадках Группы «Эталон» на основе информационной модели здания. При этом был применен специализированный программный комплекс, авторы: Сидоров А.Г., Пулатова А.В., Зеников А.В. Свидетельство о Государственной регистрации программы для ЭВМ №2017663000 «SafetyIndex», правообладатель: ООО «НТЦ «Эталон» (RU).

В ходе внедрения и апробации методики в Группы «Эталон»:

- разработаны внутренние нормативные документы, регламентирующие работу с применением информационных технологий;
- разработан внутренний регламент по созданию BIM модели для работы в условиях строительной площадки.

В ходе внедрения новых информационных технологий руководство Группы «Эталон» подтверждает, что использование данной методики контроля состояния техники безопасности в строительстве, позволило достичь положительных результатов при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Генеральный директор ООО «НТЦ-Эталон»

Сидоров А.Г.

