

УДК 331.4, 624.9, 004.942

DOI: 10.46548/21vek-2021-1054-0041

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СНИЖЕНИЮ ТРАВМАТИЗМА НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ ПО ВИНЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА

©2021

Субботина Надежда Андреевна, аспирант

Нам Галина Евгеньевна, аспирант

Гончарук Татьяна Николаевна, старший преподаватель

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет*

*(190005, Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4,*

*e-mails: subbota\_91@mail.ru, yamibum@gmail.com, tatjana.goncharuk@yandex.ru)*

**Аннотация.** Безопасность выполнения работ зависит от знаний, навыков и умений, и от того, насколько сам рабочий готов работать безопасно. Чтобы свести к минимуму травмоопасные риски на базе Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, в рамках проекта SAFECON, создана специальная образовательная среда, через погружение в которую можно воздействовать на психику и восприятие для формирования безопасной поведенческой модели, направленной на правильное поведение на рабочем месте. Неотъемлемой частью данной среды являются модули интерактивного обучения – физические объекты, представляющие девять основных видов строительных работ в двух исполнениях: травмоопасная ситуация и выполнение тех же работ в соответствии с требованиями безопасности. Трагизм всего происшедшего, представленный в модуле, нацелен на психологическое побуждение к безаварийной работе. Используя их в обучении по охране труда, можно добиться уважительного отношения работников к своей жизни. Информационное моделирование – это еще одно решение, которое может быть использовано для автоматизированного мониторинга за соблюдением требований охраны труда и обеспеченностью выполнения технологических процессов. Разработанный алгоритм действий по допуску работника к выполнению опасных видов работ в соответствии с нормативными требованиями упрощает контроль его готовности к безаварийной работе, сообщит о несоответствии, подскажет решение. Только совместные решения могут изменить ситуацию с производственным травматизмом в России, снизит количество несчастных случаев по вине «человеческого фактора», что, несомненно, приведет к повышению производительности труда.

**Ключевые слова:** охрана труда, травматизм, опасность, риск, обучение, строительство, инновационная среда обучения, модули интерактивного обучения, «живописное» воспроизведение несчастного случая, психологические причины травматизма, информационные технологии, информационное моделирование.

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO REDUCE INJURIES ON CONSTRUCTION SITE DUE TO THE HUMAN FACTOR

©2021

Subbotina Nadezhda Andreevna, post-graduate student

Nam Galina Evgenievna, post-graduate student

Goncharuk Tatiana Nikolaevna, senior lecturer

*Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering*

*(190005, Russia, Saint Petersburg, Vtoraya Krasnoarmeiskaya street 4,*

*e-mails: subbota\_91@mail.ru, yamibum@gmail.com, tatjana.goncharuk@yandex.ru)*

**Abstract.** Work safety depends on knowledge, skills and abilities, and on how the worker himself is willing to work safely. To minimize traumatic risks on the basis of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, within the framework of the SAFECON project, a special educational environment has been created, through immersion into which one can influence the psyche and perception to form a safe behavioral model aimed at correct behavior in the workplace. An integral part of this environment are interactive learning modules - physical objects representing nine main types of construction work in two versions: a traumatic situation and performing the same work in accordance with safety requirements. The tragedy of everything that happened, presented in the module, is aimed at a psychological motivation for trouble-free work. Using them in occupational safety training, you can achieve respectful attitude of workers towards their lives. Information modeling is another solution that can be used for automated monitoring of compliance with labor protection requirements and security of technological processes. The developed algorithm of actions for admitting an employee to perform hazardous types of work in accordance with regulatory requirements simplifies the control of his readiness for trouble-free work, reports non-compliance, and advises on a solution. Only joint decisions can change the situation with industrial injuries in Russia, reduce the number of accidents caused by the "human factor", which will undoubtedly lead to an increase in labor productivity.

**Keywords:** occupational safety, injury, danger, risk, training, construction, innovative learning environment, interactive learning modules, "picturesque" reproduction of an accident, psychological causes of injury, information technology, information modeling.

**Введение.** Строительство – одна из самых опасных отраслей во всем мире, где большое количество несчастных случаев приводит к гибели и травмам рабочих, профессиональным заболеваниям, задержкам производства, а также другим прямым и косвенным тяжелым убыткам. Данный факт подтверждается статистикой, где показатели частоты смертельных несчастных случаев в строительстве из года в год остаются на неизменно высоком уровне [1].

Неоспоримой тенденцией современного мира является усиление внимания к человеку на производстве, а безопасный труд становится важнейшей социальной ценностью. В промышленно развитых странах вопросам безопасности в сфере производства и строительства уделяется особенное внимание. В России проблема безопасности труда продолжает оставаться актуальной в настоящее время. Одной из серьезных проблем в системе управления охраной труда в организациях строительного комплекса, является то, что на данный момент она больше построена на принципах реагирования на опасные случаи и ситуации, а не на принципах их профилактики, что не позволяет определять наиболее важные и первостепенные направления профилактической работы по охране труда. Это приводит к разработке большого количества мероприятий и нерациональному распределению, и расходованию средств, выделяемых на охрану труда.

Нельзя не отметить, что нормативно-правовая база в данной сфере в последнее время претерпевает значительные изменения. Так, например, в начале 2018 года в рамках государственной программы «Содействие занятости населения» принята подпрограмма «Безопасный труд» [2], целью которой является минимизация травмоопасных рисков. А в конце 2017 года Россия подписала Меморандум по продвижению Концепции «нулевого травматизма» (*VisionZero*). И «Безопасный труд, и «*VisionZero*» направлены на совершенствование механизма предупреждения производственного травматизма и на создание условий для формирования культуры безопасного труда. В связи с чем, превентивный подход (предупредительно-профилактический) к управлению охраной труда сменяет ранее сформированный «реактивный» подход, в основе которого была реакция на уже произошедший несчастный случай [3]. Но, на сегодняшний день, еще нет четко сформированных методик, инструментов и инструкций по формированию предупредительно-профилактического подхода к управлению охраной труда, поэтому предприятия строительного комплекса испытывают трудности при переходе на новую систему «превентивного подхода».

Из этого следует, что существует широкое поле исследовательской деятельности по развитию и совершенствованию систем управления охраной труда на предприятиях строительной отрасли, а также возможность проведения творческого поиска по решению данной проблемы. Возникает уместный вопрос: какие методы применимы в строительной отрасли для формирования превентивного подхода к управлению

охраной труда?

Здесь уместно вернуться к статистике производственного травматизма, которая показывает, что строительная отрасль остается неизменным лидером по количеству травм, смертей и потерянных человеко-дней. Данная статистика сохраняется вследствие множества причин, среди которых огромное количество сопровождающих строительство опасных факторов, низкий уровень деятельности руководства и организации производственного процесса, несоблюдение или незнание работниками правил охраны труда. При этом, исследованиями определено, что подавляющее большинство травм на строительной площадке происходит по вине «человеческого фактора» (порядка 75-80%) [4-6]. Поэтому, при построении превентивной модели управления охраной труда в организациях строительного комплекса первоочередное внимание необходимо уделить уменьшению влияния «человеческого фактора» на количество травм и смертей.

Наиболее очевидными направлениями «борьбы» с человеческим фактором, по мнению авторов, являются:

1) изменение стратегий и подходов к обучению безопасным методам и приемам выполнения работ персонала на строительной площадке;

2) усиление всестороннего контроля со стороны руководства за соблюдением требований охраны труда как на рабочих местах, так и в процессе допуска к работе.

Оба направления являются, несомненно, важными и перспективными. Поэтому **целью** статьи является рассмотрение подходов к снижению травматизма в строительстве с помощью инноваций в обучении по охране труда, и с помощью новых методов контроля за соблюдением требований по охране труда, основанных на применении *BIM*-технологий.

**Материалы и результаты исследования.** В основной части статьи предлагается поочередно рассмотреть каждый из подходов к снижению травматизма по вине человеческого фактора на строительной площадке.

1. Инновационная интерактивная среда для обучения по охране труда работников строительной отрасли – Полигон «Умный труд».

Занимаясь обучением по охране труда, всегда возникает следующий вопрос: как надо учить работающих, чтобы они соблюдали правила безопасности? Исследование существующих сегодня в России современных методик и программ обучения специалистов строительной отрасли дают ясное представление о том, что фактор психологической подготовки работника в них либо отсутствует, либо крайне слаб. Всё ограничивается доведением до сведения обучающихся случаев травматизма и гибели персонала в виде кратких инструктажей, либо информированием в ходе занятий о причинах травматизма. Таковую информацию работник воспринимает, как косвенную, второстепенную, не относящуюся лично к нему. Это и есть одна из психологических причин по которой работник не на-

страивается на безаварийный труд. Еще одна причина – отсутствие в дидактическом обеспечении учебного процесса такой важной составляющей, как наглядность и практика. Проведённым анализом установлено, что действующая российская система подготовки кадров, которая основывается на привитии чувства опасности вследствие опасного поведения на рабочем месте с помощью традиционных средств обучения, таких как, демонстрация рисунков на плакатах, слайдах, фильмах и устной речи обучающихся, демонстрация на занятиях методов и приёмов работы не даёт достаточного эффекта в представлении последствий опасного поведения в конкретной ситуации. То есть, приёмы обучения последствиям опасного поведения являются традиционными, дающими знания, но при этом не оказывающими достаточного влияния на психику человека в части привития ему чувства опасности [7, 8]. Исходя из вышесказанного следует, что исправление сложившейся ситуации должна дать модернизация образования, в содержание которой будут внесены инновационные изменения и реализован комплексный подход, учитывающий и психологическое воздействие, и воздействие на сознание обучающегося работника.

На сегодняшний день требуются подобные подходы к обучению по охране труда и это признано в научном сообществе, во всем мире на сегодняшний день пропагандируется формирование у работников

промышленной отрасли культуры безопасности или безопасной поведенческой модели, что подтверждается в статьях [9-12]. Безопасная поведенческая модель работника обеспечивает формирование уважительного отношения к своей жизни и своему здоровью, помогает осуществить развитие компетенций по формированию культуры безопасного поведения. Для формирования такой модели поведения, в рамках международного проекта *SAFECON* в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете создана специальная среда обучения по охране труда – Полигон «Умный труд».

Новизна идеи специальной среды обучения заключается в погружении в нее обучающегося, воздействии на его психику и восприятие через наглядные примеры неправильных действий на рабочем месте. Осуществление данной идеи происходит через «живописное» воспроизведение несчастного случая с тяжелым или летальным исходом, представленного в инсталляциях модулей интерактивного обучения (МИО) Полигона «Умный труд». Таких модулей девять, по 9-ти видам строительных работ, примеры представлены на рисунках 1, 2. Наблюдая последствия халатного отношения к безопасности труда через реалистичные сцены в МИО, у обучающегося формируется безопасная поведенческая модель, результатом формирования которой является правильное поведение на рабочем месте, уважительное отношение к своей жизни.

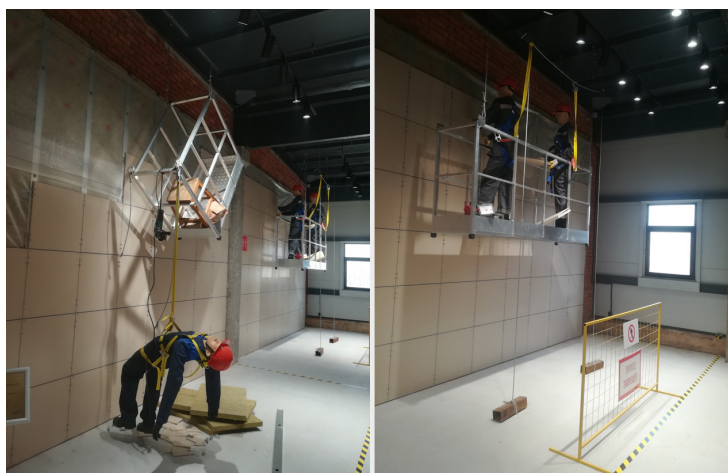


Рисунок 1 – Модуль интерактивного обучения «Работы на высоте с использованием подъемника» Полигона «Умный труд»



Рисунок 2 – Модуль интерактивного обучения «Столярные работы» Полигона «Умный труд»



Для конструирования модулей была проведена масштабная научно-исследовательская работа, включающая анализ травматизма работников строительной отрасли, выезд на строительные объекты с целью идентификации опасностей на конкретных рабочих местах и дальнейшая детальная оценка риска по выявленным опасностям. В модуле представлена травмоопасная ситуация, причиной которой явилась реализовавшаяся опасность с наибольшим индексом

риска [13]. В результате научно-исследовательской работы были спрогнозированы сценарии возникновения опасных ситуаций и несчастных случаев на рабочих местах и, по разработанным сценариям возведены полноразмерные макеты рабочих мест – модули интерактивного обучения.

Что из себя представляет каждый из модулей интерактивного обучения предлагается рассмотреть на примере МИО «Сварочные работы» (рис. 3).

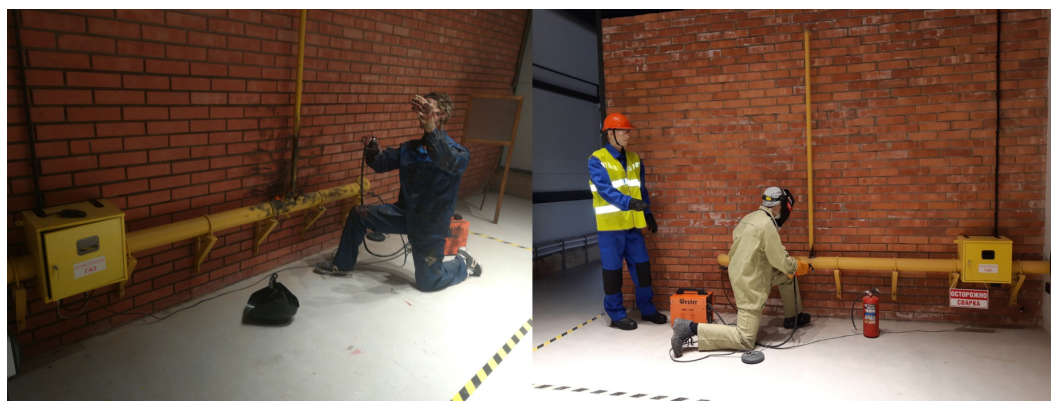


Рисунок 3 – Модуль интерактивного обучения «Сварочные работы» Полигона «Умный труд»

Модуль представляет собой физический объект, который состоит из двух частей, двух инсталляций, одна из которых демонстрирует травмоопасную ситуацию при выполнении конкретного вида работ, в данном случае при вваривании нового участка трубы в действующий газопровод, другая – демонстрацию тех же работ, только в соответствии с требованиями безопасности.

При проектировании данного модуля был разработан следующий сценарий: электросварщик перед началом выполнения работ закрыл вентиль, перекрывающий подачу газа, находящийся на расстоянии 50 м от места выполнения работ. Информационного знака безопасности (предупреждающая табличка «Не включать, ведутся сварочные работы») повешено не было. Вернулся на свое рабочее место и начал выполнение сварочных работ. В это время, другой работник, которому потребовалась подача газа, не зная о том, что ведется сварка, открыл вентиль. Поток газа по трубе возобновился, произошел взрыв, рабочий пострадал, получил сильные ожоги лица, рук и тела. Отсутствовал ответственный руководитель работ, который должен следить за правильностью и безопасностью выполняемой работы.

Подобное представление трагических событий в результате несоблюдения элементарных правил безопасности заложено и в остальных МИО. Такие как, травмоопасная ампутация пальцев верхних конечностей от воздействия острого вращающегося элемента станка (рис. 2), травмирование в результате падения с высоты (рис. 1), проникающее ранение тела твердым объектом при падении на него, придавливание, в результате падения перемещающейся конструкции, электрическая травма (электрический удар) в результате поражения электрическим током. Каждое из

событий имеет свою причину, источником которой является реализовавшаяся опасность, идентифицированная на рабочем месте, при выполнении конкретного вида работ. Таким образом, МИО можно использовать как наглядный инструмент для обучения не только безопасным методам и приемам выполнения строительных работ, но и вопросам охраны труда, решая три задачи процедуры управления рисками [14].

Подводя итог сказанному, стоит отметить, что Полигон «Умный труд» является инновационной средой обучения, направленной на реализацию современной, ориентированной на сохранение жизни и здоровья граждан России, модели охраны труда, которая так активно реализуется на законодательном уровне. Но никакое законодательство, каким бы совершенным оно ни было, не сделает работу человека безопасной, если он сам не будет относиться ответственно к своей жизни и здоровью. Поэтому, только изменив мышление людей возможно уменьшить количество несчастных случаев по вине «человеческого фактора». Необходимо, чтобы работники четко понимали последствия нарушений требований безопасности, какая травма может быть ими получена в результате несчастного случая, какие последствия для здоровья может вызвать данная травма.

На данный момент уже есть реальный результат – построенный Полигон «Умный труд», ведется работа над созданием контента для обучения и ведется тестирование модулей интерактивного обучения. В ходе тестирования планируется получить необходимое количество статистического материала для оценки эффективности такого метода снижения случаев травматизма на рабочих местах строителей.

2. Контроль за допуском работников к самостоятельному выполнению технологических процессов с

### применением информационных технологий.

Эффективное планирование безопасности и анализ опасностей являются важной предпосылкой для предотвращения несчастных случаев. Традиционные методы управления безопасностью в строительной отрасли, в основном, являются ручными, трудоемкими, избирательными и, следовательно, неэффективными и подверженными ошибкам [15]. Например, программы обучения по безопасности, основанные на инструктажах, по-прежнему полагаются на ручные наблюдения для сбора данных о небезопасном поведении. Такого рода наблюдениями и проверками трудно охватить всю площадку с действующими процессами и контролировать абсолютно всех рабочих. Кроме того, бумажные системы идентификации опасностей препятствуют своевременному информированию о рисках. Из-за размера и сложности строительных проектов специалистам по безопасности, обладающим значительным опытом и знаниями, также очень трудно быть в курсе всех небезопасных ситуаций в режиме реального времени [16].

В современном мире информационное моделирование увеличивает производительность и объем производства, при этом уменьшая нерациональный расход ресурсов (время, деньги, материалы и т.д.) и

оптимизируя технологические рабочие процессы.

Используя данный подход к вопросу контроля обучения по охране труда, своевременная организация которого безусловно влияет на количество несчастных случаев на строительной площадке, снижая число травм, становится возможным сократить время для проверки всех требований по допуску работника до технологического процесса. Такой подход не только ускорит рабочие процессы, но и выявит достаточно ли квалифицирован работник для данного вида операции, прошел ли он требуемую подготовку перед началом работ и т.д.

Задача – разработать основу для автоматизированного мониторинга за обучением по технике безопасности и охране труда на строительной площадке с последующей выдачей рекомендаций по устранению несоответствий конечной цели.

В качестве примера возьмем требования к рабочим местам сварщика 4 разряда. На рисунке 4 представлена структурированная схема требований, основанная на Приказе Минтруда России № 883н от 11 декабря 2020 г. «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте», исходя из которой становится возможным создание алгоритма для внедрения в ВМ [17].

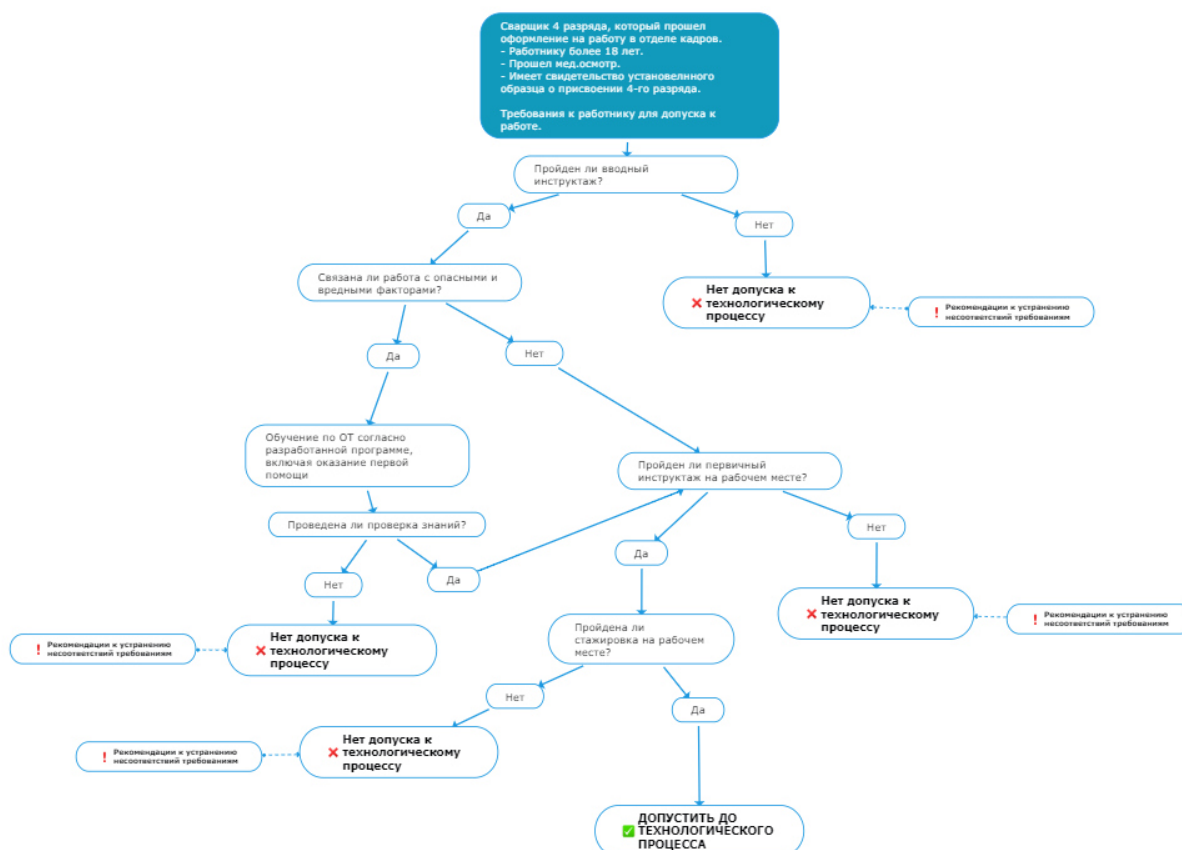


Рисунок 4 – Схема допуска до технологического процесса

Благодаря данным, взятым при устройстве на работу, становится возможным за секунды отслеживать допущен ли работник до строительного производства или ему требуется пройти очередной инструктаж. При несоответствии работка требованиям, система выдаст

сигнал, запрещающий допускать человека к работе до устранения расхождений от заданного пути. При каждом запрете система так же выдаст рекомендации для исправления ситуации в соответствии с нормативными требованиями и установленными сроками

календарного графика. Представленная схема является лишь частью сложной системы, а наборы данных могут быть частью более крупных баз данных для обнаружения нарушений техники безопасности на территории всей строительной площадки.

В дальнейшем применение алгоритма, основанного на представленной структурированной схеме, даст возможность анализировать, выявлять, оценивать и предотвращать несоответствия требований к работникам для допуска к технологическим строительным процессам.

**Заключение.** Обучение – один из основополагающих факторов, влияющих на сохранение здоровья работников строительной отрасли. Предполагается, что использование площадки Полигона «Умный труд» позволит изменить ситуацию с производственным травматизмом в строительной отрасли России – снизит количество несчастных случаев по вине «человеческого фактора» за счет сформировавшейся в результате обучения безопасной поведенческой модели работников. Также, должная организации обучения и постоянное отслеживание прохождений всех требуемых инструктажей с использованием информационных технологий будет способствовать минимизации количества возможных несчастных случаев на объекте, при этом сам процесс контроля займет доли секунды. Востребованность данных исследований подтверждена активной поддержкой со стороны правительства Санкт-Петербурга, образовательных учреждений и строительных организаций Северо-запада РФ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Росстат: статистика производственного травматизма в Российской Федерации. Обобщенные данные URL: <https://www.trudcontrol.ru/press/statistics/24076/rosstat-statistika-proizvodstvennogo-travmatizma-v-rossiyskoy-federacii-obobshennye-dannie> (дата обращения: 15.04.2021).
2. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 298 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Содействие занятости населения» // КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 03.04.2021).
3. Субботина Н. А. Формирование культуры безопасного труда как одна из важнейших составляющих минимизации травматизма в строительстве // Архитектура – строительство – транспорт: материалы 74-й научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов университета. 3–5 октября 2018 г.: [в 2 ч.]. Ч. II. Транспортные и инженерно-экологические системы. Экономика и правовое регулирование в архитектуре и строительстве; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – С. 77–80.
4. Rita Yi Man Li Construction safety informatics // Singapore Springer, 2019. 144 p.
5. Duryan M. Knowledge transfer for occupational health and safety: Cultivating health and safety learning culture in construction firms // Accident analysis and prevention. 2020. Volume 139; pp 13–17.
6. Albert A. Developing hazard recognition skill among the next-generation of construction professionals // Construction management and economics. 2020. Volume 38: Number 11; pp 1024–1039
7. Цаплин В. В., Гурьева Л. А. Парк безопасности – среда формирования безопасной поведенческой модели работников строительной отрасли // Актуальные проблемы охраны труда: матер. III Всероссийской научно-методической конференции / под общ. ред. Е. И. Рыбнова; СПбГАСУ. – СПб., 2015. – С. 31–36.
8. Официальный сайт проекта «SAFECON» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://safecon.fi.ru/>. (дата обращения 05.03.2021)
9. Hojo R. Behavior-based Safety as Behavior Analysis — For Quantitative and Objective Method of Human behavior // Journal of the Japanese Society for Quality Control. 2020. Volume 50: Part 1; pp 26–30
10. Jia A.Y., et al., 2017. Institutions and institutional logics in construction safety management: the case of climatic heat stress. Construction management and economics, 36 (6), 338–367.
11. Antonsen S., 2009. Safety culture and the issue of power. Safety science, 47, 183–191.
12. Sherratt F., Farrell P., Noble R., 2013. UK construction site safety: discourses of enforcement and engagement. Construction management and economics, 31 (6), 623–635.
13. Гончарук Т. Н. Внедрение МИО в образовательный контент подготовки специалистов в СПбГАСУ. // Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Безопасность в строительстве» 21–22 ноября 2019 г. / СПбГАСУ. – СПб., 2019. – С. 27–31.
14. Приказ Минтруда России (Министерство труда и социальной защиты РФ) от 19 августа 2016 г. № 438н «Об утверждении типового положения о системе управления охраной труда».
15. Нам Г.Е., Георгиади В.В. BIM-моделирование как инструмент внедрения принципов OH&S в строительство // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы III Междунар. науч.-прак. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2020. С. 87–95.
16. Brian H.W. Guo, Yang Zou, Yihai Fang, Yang Miang Goh, Patrick X.W. Zou. Computer vision technologies for safety science and management in construction: A critical review and future research directions // Safety Science. 2021. № 135.
17. Приказ Минтруда России № 883н от 11 декабря 2020 г. «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573191722> (дата обращения 27.02.2021).

*Статья поступила в редакцию 10.05.2021*

*Статья принята к публикации 16.06.2021*